MEDICAL
STATE UNIVERSITY OF IOWA.
LIBRARY.
Class 616.05
Book C391
Acc. 192582
v.49²

UNIVERSITY OF IOWA
3 1858 045 688 276

CENTRALBLATT

für

Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten

Zweite Abteilung. 49. Band

Centralblatt
für
Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten

Zweite Abteilung:

Allgemeine, landwirtschaftlich-technologische Bakteriologie,
Gärungsphysiologie,
Pflanzenpathologie und Pflanzenschutz

In Verbindung mit
Prof. Dr. Adametz in Wien, Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. O. Appel, Biologische Anstalt zu Berlin-Dahlem, Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. J. Behrens in Berlin-Dahlem, Prof. Dr. M. W. Beijerinck in Delft, Alb. Klöcker, extr. Vorsteher, Carlsberg-Laboratorium in Kopenhagen, Prof. Dr. Lindau in Berlin, Prof. Dr. Lindner in Berlin, Prof. Dr. Müller-Thurgau in Wädenswil, Prof. Dr. M. C. Potter, Durham College of Science, New-Castle-upon-Tyne, Prof. Dr. Samuel C. Prescott in Boston, Dr. Rommel in Berlin, Dr. Erwin F. Smith in Washington, D. C., U. S. A., Prof. Dr. Stutzer in Königsberg i. Pr., Prof. van Laer in Gand, Prof. Dr. C. Wehmer in Hannover, Prof. Dr. Weigmann in Kiel und Prof. Dr. Winogradsky in Petersburg

herausgegeben von

Geh. Reg.-Rat
Prof. Dr. Oscar Uhlworm
in Berlin

und

Prof. Dr. F. Löhnis
in Washington D. C.

49. Band

Mit 7 Tafeln und 46 Abbildungen im Text

Jena
Verlag von Gustav Fischer
1919

Centralblatt für Bakt. etc. II. Abt. Bd. 49. No. 1|4.

Ausgegeben am 22. Januar 1919.

Nachdruck verboten.

Zur Kenntnis der Nitrifikation in Moorböden.

[Mitteilung aus dem bakteriologischen Laboratorium der Moor-Versuchs-Station in Bremen.]

Von Dr. **Th. Arnd.**

Unter den in neuerer Zeit erschienenen Abhandlungen, die sich mit der Bildung salpetrig- und salpetersaurer Salze in Moorböden beschäftigen und diesen Punkt zum Teil als alleinigen Zweck der Untersuchungen erörtern, zum Teil auch nur vorübergehend streifen, befinden sich mehrere Arbeiten, deren Ergebnisse nicht in allen Punkten mit früher bekanntgegebenen Forschungen übereinstimmen, und die auch mit meinen eigenen Untersuchungen auf diesem Gebiet nicht in Einklang zu bringen sind. Einzelne Befunde dieser Arbeiten weichen vielmehr derart erheblich von früher gefundenen und veröffentlichten ab und widersprechen weiter dem bakteriologischen Empfinden in so starkem Maße, daß eine Klärung unbedingt geboten erscheint, zumal es sich dabei teilweise um Fragen grundsätzlicher Natur handelt.

Zwei der genannten Veröffentlichungen stammen aus der Feder G. A. Ritters; die später bekanntgegebene, „Merkwürdigkeiten bezüglich der Salpeterbildung und des Salpetergehaltes in Moorböden“[1]), gibt, soweit Fragen über Bildung und Gehalt von Nitraten in Hoch- und Niederungsmoorböden in Betracht kommen, in wesentlichen Punkten eine Wiederholung, in manchen eine Erweiterung der in der anderen Abhandlung, „Beiträge zur Kenntnis der niederen pflanzlichen Organismen, besonders der Bakterien, von Hoch- und Niederungsmooren, in floristischer, morphologischer und physiologischer Beziehung“[2]), niedergelegten Versuchsergebnisse und anschließenden Erörterungen und ist in dieser Hinsicht als die wichtigere anzusehen.

Den Kernpunkt der Ritterschen Arbeiten bildet, was die Entstehung von Nitriten und Nitraten in Moorböden angeht, die Behauptung, daß neben einer fraglos vorhandenen, durch Mikroben hervorgerufenen Nitrifikation von Ammoniakverbindungen sehr vermutlich auch eine rein chemische Bildungsmöglichkeit von salpetersauren Salzen gerade in Moorböden bestehe, — wollte Ritter aus seinen Versuchen auch die letzten Schlüsse ziehen, so müßte er eine derartige Entstehungsmöglichkeit allerdings als sicher erwiesen ansehen, — oder daß, wenn spätere Forschungen eine solche Bildungsweise widerlegten, unsere Anschauungen über die Physiologie der nitrifizierenden Bakterien einer Änderung oder mindestens einer Erweiterung bedürften. Welcher Art eine solche Änderung sein sollte, die eine Tätigkeit nitrifizierender Mikroorganismen in einem mit bakterientötenden Stoffen

---

[1]) Intern. Mitt. f. Bodenkunde. Bd. 2. 1912. S. 411.

[2]) Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 34. 1912. S. 577.

Med. 5-18-23 Aug. 1.55

192582

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

versetzten Moorboden, wie sie Ritter beobachtet haben will, triftig erklärt, entzieht sich freilich meiner Kenntnis.

Ich habe mich mit den Ritterschen Anschauungen an anderer Stelle[1]) auseinandergesetzt und bin dort, unter ausführlicher Bewertung seiner theoretischen Erörterungen, ebenso wie durch Nachprüfung seiner Versuchsergebnisse, zu dem Schlusse gekommen, daß meines Erachtens keinerlei Gründe vorliegen, die Sonderstellung, die den Moorböden den mineralischen Erden gegenüber infolge ihrer abweichenden physikalischen und chemischen Eigenheiten zukommt, als Anlaß dafür zu nehmen, ihnen auch betreffs der Salpeterbildung eine Ausnahmestellung zuzuweisen. Weiter habe ich dort die Ansicht vertreten, daß alle Vorgänge, die mit der Bildung salpetersaurer Salze in Moorböden in Verbindung stehen, sich lückenlos durch die Annahme einer rein bakteriellen Entstehungsweise — und nur durch eine solche — erklären lassen; an gleicher Stelle habe ich schließlich dargetan, daß mit einer solchen Annahme unsere allgemein anerkannten Anschauungen über die physiologischen Eigenschaften der Nitroso- und Nitrobakterien durchaus nicht im Widerspruche stehen, und daß sie ebenso, um die Lebensbetätigung der genannten Mikroben in Moorböden erklärlich erscheinen zu lassen, auch keiner Erweiterung bedürfen.

Es erübrigt sich, auf die einzelnen Fragen hier näher einzugehen; in dieser Beziehung sei auf die genannte Abhandlung verwiesen. Auf einen dort ebenfalls schon berührten Punkt dagegen, den Einfluß der Kalkung saurer Moorböden auf die sich in ihnen abspielenden Nitrifikationsvorgänge, wird im folgenden näher eingegangen werden, einmal wegen der Wichtigkeit einer Kalkdüngung für die Hochmoorkultur überhaupt, dann auch, weil diese Frage in der erwähnten Arbeit ausschließlich vom Standpunkte der chemischen oder nichtchemischen Entstehungsweise von Salpeter in Moorböden gewürdigt, und das Versuchsergebnis nur soweit hierfür nötig mitgeteilt wurde. Die Bekanntgabe weiterer Einzelheiten wurde schon an jener Stelle in Aussicht gestellt.

Die dritte der eingangs genannten Arbeiten, eine Abhandlung Gullys über „Das Nitritzerstörungs- und Nitritbildungsvermögen der Moorböden“[2]), hat zwar zum Hauptzweck, festzustellen, ob die Ertragsrückgänge stark gekalkter Hochmoorflächen auf die Giftwirkung sich etwa im Boden ansammelnder Nitrite zurückzuführen ist, und ob die Bildung dieser Salze eine besondere Eigentümlichkeit der Hochmoore oder aller Moore im allgemeinen ist. Bei Besprechung dieser Punkte kommt Gully aber auch auf die Möglichkeit der Bildung salpetrigsaurer Salze aus Ammoniakverbindungen, d. h. auf im Moorboden vor sich gehende Nitrifikation, die er, im Gegensatze zu Ritter, als rein bakteriellen Vorgang auffaßt, zu sprechen und gelangt hierbei zu Ergebnissen, die meinen Versuchsbefunden zum Teil in erheblichem Maße widersprechen und deshalb ebenfalls hier erörtert werden sollen.

Richtigstellung der Ritterschen Angaben über die Beeinflussung der Salpeterbildung in Moorböden durch Kalkung einerseits, Würdigung der Gullyschen Behauptungen über die Entstehung salpetrig- und salpetersaurer Salze in den gleichen Erden andererseits sind demnach der Zweck der im folgenden veröffentlichten Untersuchungen und Erörterungen. Im Anschluß daran sollen einige Erfahrungen über das Vorkommen nitrifizierender Bak terien in kultivierten Moorflächen bekanntgegeben werden, die beachtenswerte Schlüsse über die Ernährungsweise der Nutzpflanzen auf solchen Böden zulassen.

---

[1]) Landw. Jahrb. Bd. 51. 1917. S. 297.

[2]) Landw. Jahrb. f. Bayern. Bd. 6. 1916. S. 1.

1. Teil.

Über die Beeinflussung der in Moorböden stattfindenden Nitrifikation durch Kalkung.

Es ist bekannt, daß der Gehalt der Moore an Pflanzennährstoffen innerhalb weiter Grenzen schwankt. Der Grund dieser Erscheinung ist in der Entstehungsweise der Moorflächen zu suchen: Die Hochmoore bildeten sich im Laufe von Jahrhunderten durch Vertorfuug der Reste ursprünglich in nährstoffarmen Gewässern ihr Leben fristender, anspruchsloser Gewächse, hauptsächlich von Sphagnaceen. Durch Vertorfung der Überbleibsel von Pflanzen, die höhere Ansprüche an den Boden, was dessen Gehalt an Nährstoffen angeht, stellten, meist von Schilfarten, Seggen, Binsen und anderen Sumpfgewächsen, entstanden die Niederungsmoore. Ihrer Bildungsweise entsprechend sind diese den Hochmooren betreffs ihres Gehaltes an Mineralstoffen, die zur Ernährung der Nutzpflanzen in Betracht kommen, weit überlegen. Im besonderen gilt das auch für den an dieser Stelle in erster Linie wichtigen Kalkgehalt. Nach den Untersuchungen der Moor-Versuchs-Station beträgt der mittlere Wert für den Gehalt der Hochmoore an Kalk etwa 0,35 Proz. der trocken gedachten Bodenmasse, was einer Menge von ungefähr 800 kg CaO in einer Oberflächenschicht von 1 ha Ausdehnung und 20 cm Stärke entspricht; diesen Zahlen stehen die für Niederungsmoore geltenden Durchschnittswerte von etwa 30 Proz. bzw. 15 000 kg schroff gegenüber. Sie lassen erkennen, daß das Nährstoffbedürfnis der Kulturpflanzen an Kalk auf Niederungsmoor stets gedeckt ist, daß es dagegen auf Hochmoorboden durch Kalkdüngung sichergestellt werden muß.

Diesem ersten Zweck einer Kalkzugabe schließt sich als weiterer und nicht weniger wichtiger die Abstumpfung der Humussäuren an, soweit sie für das Gedeihen der Nutzpflanzen notwendig ist. Da, im Gegensatze zu den Niederungsmooren, nur die Hochmoorböden wesentliche Mengen freier Humussäuren aufweisen, — eine Tatsache, die ebenfalls in ihrer Entstehungsweise begründet ist —, so kommt eine Kalkdüngung auch nur für letztgenannte Bodenarten in Betracht; für die Kultivierung dieser stellt sie aber auch eine der grundlegenden Vorbedingungen dar: ohne reichliche, weit über das Nährstoffbedürfnis der anzubauenden Pflanzen hinausgehende Kalkung ist die „deutsche Hochmoorkultur“ undenkbar.

Aber auch auf eine weitere, mehr als Nebenwirkung aufzufassende günstige Folge einer Kalkgabe zu Hochmoorboden sei noch hingewiesen. Die Neutralisierung der bei der Vertorfung entstandenen Humussäuren führt zur Bildung von Humaten, die durch ihre im Verhältnis zu den freien Säuren ganz bedeutend größere Zersetzlichkeit wesentlich zur baldigen Bildung der Krümelstruktur beitragen, die ihrerseits eine Verbesserung der Bodendurchlüftung zur Folge hat.

Der kurzen Aufzählung der vorteilhaften Wirkungen einer Kalkung zu kalkarmem, saurem Moorboden ist als letzte, aber sicher nicht unwichtigste, die Hebung der mikrobiellen Bodentätigkeit hinzuzufügen. Ein stärkerer Säuregrad ist bekanntlich den meisten Bakterien, die an den Stoffumsetzungen im Ackerboden hervorragend beteiligt sind, was Wachstum und Leistungsfähigkeit angeht, durchaus unzuträglich. Als Folge davon ergibt sich, daß die Zahl der in rohem, saurem Moorboden vorhandenen Keime im Vergleich zu der in mineralischen Erden sehr gering ist; Stalström[1]) Fabricius und v. Feilitzer[2]), Fischer[3]), Ritter[4]), Christensen[5]) und andere haben diese Tatsache teils durch unmittelbare Zählung, teils durch Prüfung der Bodentätigkeit in Anreicherungskulturen festgestellt. Bedenkt man nun, daß schon eine Zugabe von Kalk zu neutralen Nährböden auf eine ganze Reihe biologischer Umsetzungen beschleunigend wirkt, so erhellt die besonders große Bedeutung des Zusatzes basisch wirkender Meliorationsmittel, wie von kohlensaurem Kalk, Ätzkalk, Mergel oder stark kalkhaltiger Phosphorsäuredüngemittel, zum sauren Hochmoorboden ohne weiteres. So ist denn auch von den verschiedensten Forschern die Erhöhung der Keimzahl wie die Verstärkung mikrobieller Umsetzungen durch Kalkung des sauren Moorbodens festgestellt worden, und auch Ritter[6]) führt an: „Da durch Kalkdüngung die Säure eines Hochmoores abgestumpft wird, so ist es auch nur natürlich, daß durch Kalkungen die Leistungen der Bakterien gesteigert werden. So z. B. Fäulniserreger, Säurebildner und salpeterabbauende Organismen.“ Um so mehr muß es auffallen, wenn Ritter die begünstigende Wirkung einer Kalkung gerade für die Bakterien bestreitet, die nach ihrer physiologischen Eigenart für Zugabe eines basischen Stoffes zum Boden besonders dankbar sein müßten, nämlich für die nitrifizierenden Mikroben. Der Oxydationsprozeß, der diesen Mikroorganismen die nötige Lebensenergie liefert und ihnen die Möglichkeit zur kohlenstoffautotrophen Ernährungsweise gibt, führt bekanntlich zur Bildung freier salpetriger und Salpetersäure. Ist schon in ursprünglich neutralen Nährböden oder -Flüssigkeiten die Neutralisierung dieser Stoffwechselprodukte durch Zugabe basischer chemischer Verbindungen eine Vorbedingung für den ungestörten Verlauf des Nitrifikationsprozesses, so muß eine Abstumpfung der Säuren im ursprünglich schon sauren Moorboden — vorausgesetzt, daß in ihm eine Nitrifikation durch Nitrit- und Nitratbildner überhaupt denkbar wäre —, um so wichtiger erscheinen. Trotz dieser Selbstverständlichkeit meint aber Ritter[7]), wohl durch seine vorgefaßte Meinung über die rein chemische Entstehungsmöglichkeit von Salpeter gerade in Moorböden verleitet, „daß völlige oder partielle Neutralisation der Bodensäuren, durch Kalkdüngung des Bodens, die Salpeterbildung durchaus nicht immer begünstigt, ja eventl. direkt schädigend zu wirken vermag.“

Es verlohnt sich, dieser Ansicht eine Reihe von Ergebnissen gegenüberzustellen, die eine für den vorliegenden Fall besonders kennzeichnende Auswahl aus der in Betracht kommenden Literatur vorstellen und zum Teil schon vor langen Jahren erzielt wurden. Fittbogen[8]) fand bei Untersuchungen über die Veränderung, die der in organischer Bindung vorhandene Stickstoff der Moorsubstanz unter dem Einfluß verschiedener als Dünge- und Meliorationsmittel gegebener Stoffe erfährt, daß Zugabe von Ätzkalk, kohlensaurem Kalk, gebrannter Magnesia und vor allem von Kaliumcarbonat zu Torf den in Salpetersäure übergeführten Anteil des löslich gewordenen Stickstoffs erheblich erhöht. Reder und Troschke[1]) ließen Torf von etwa 70 Proz. Wassergehalt 12 Monate mit und ohne Zusatz basisch wirkender Körper lagern; die Zunahme von Salpetersäure war am stärksten in dem mit kohlensaurem Kalium versetzten Boden; geringere Wirkung übten gebrannter Kalk, kohlensaurer Kalk und gebrannte Magnesia aus, aber auch in diesen Fällen übertraf die Menge der entstandenen Salpetersäure die des unbehandelten Bodens. Hess[2]) beobachtete bei Untersuchung über die Umwandlung des organischen Stickstoffs von Hochmoorboden in lösliche Form nur in den Auszügen solcher Böden Salpetersäure, die einen Zusatz von Ätzkalk oder Calciumcarbonat erhalten hatten. Die gleiche nitrifikationsfördernde Wirkung des Kalkes stellten Tacke, Immendorf und Minssen[3]) gelegentlich ihrer Untersuchungen über die Zusammensetzung der Sickerwässer aus nicht gedüngtem und gedüngtem Moorboden fest. Sie mischten Hoch- und Niederungsmoorboden (50 g tr.) mit stickstoffreiem Quarzsand mit und ohne Beifügung von Ätzkalk und erhielten die folgenden, äußerst charakteristischen Vergleichszahlen:

---

[1]) Finska Mosskulturfören. arsbok. 1898. S. 44.

[2]) Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 14. 1905. S. 165.

[3]) Landw. Jahrb. Bd. 38. 1909. S. 357.

[4]) Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 34. 1912. S. 583.

[5]) Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 17. 1913. S. 414.

[6]) Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 34. 1912. S. 631/32.

[7]) Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 34. 1912. S. 596; vgl. auch Intern. Mitt. f. Bodenk. Bd. 2. 1912. S. 414 u. 419.

[8]) Landw. Jahrb. Bd. 3. 1874. S. 109.

	ohne CaO	5 g CaO	10 g CaO
	mg Nitrat-N	mg Nitrat-N	mg Nitrat-N
Hochmoorboden, früher in Brandkultur gewesen	6,8	35.2	26,0
Hochmoorboden, nicht in Brandkultur gewesen	6.6	39,0	23,0
Zu Torfstreu verarbeiteter Hochmoorboden	5,1	23,8	27,7
Niederungsmoorboden 1	45,2	55,9	55,2
Niederungsmoorboden 2	33,9	41,6	39,8

Weiter zeigen die Versuche von Müntz und Lainé[4]), daß in Ammonsulfatlösungen, die über gekalkten Torf rieseln, lebhafte Nitratbildung stattfindet. Die Autoren versuchten, dies Verfahren sogar zur technischen Darstellung von Salpeter zu benutzen[5]): sie setzten zu Torf von etwa 60 Proz. Wassergehalt 10 Proz. gepulverte Kreide, 1 Proz. Kalkphosphat und 1 Proz. Komposterde als Impfsubstanz, schichteten die Masse zu 1 m Höhe auf und gaben für je 1 kg Boden 3 g Ammonsulfat zu. Innerhalb 24 Stunden erhielten sie auf diesem Wege bei einer Temperatur von 25—28° 50—60 g Salpeterstickstoff, auf je 1 cbm Boden gerechnet. Nach Bazin und auch Wagner[6]) können in ähnlicher Weise innerhalb der gleichen Zeit etwa 400 g Salpeter für je 1 cbm Bodenmasse gewonnen werden, wenn man durch Kalk alkalisierten Torf mit Lösungen von schwefelsaurem Ammoniak überrieselt.

Lemmermann, Fischer, Kappen und Blank[7]) fanden, daß in ungekalktem Hochmoorboden von etwa 75 Proz. Wassergehalt, dem aber Kainit und Thomasmehl zugesetzt war, innerhalb 33 Tagen bei 23° von den in Form von Ammonsulfat zugegebenen 50,88 mg Stickstoff 37,42 proz. nitrifiziert wurden. Auch meine eigenen, vor längerer Zeit angestellten Versuche[1]) allgemein orientierenden Charakters weisen in die gleiche Richtung; auch bei ihnen konnte mit unverkennbarer Deutlichkeit eine Begünstigung der Nitrifikation im Moorboden durch Kalkdüngung festgestellt werden. Einer in ungekalktem Moostorf gefundenen Menge von 2,5 mg Salpeterstickstoff z. B. stehen 21,5 mg, also das etwa 8½fache gegenüber, die unter sonst gleichen Bedingungen nur durch Zugabe von 2 g kohlensaurem Kalk zu 100 g frischem Boden von etwa 85 Proz. Wassergehalt aus schwefelsaurem Ammoniak gebildet wurden.

---

[1]) Wochenschr. d. pomm. ökon. Ges. 1884. S. 114.

[2]) Landw. Jahrb. Bd. 20. 1891. S. 890.

[3]) Landw. Jahrb. Bd. 27. 1898. Erg.-Bd. 4. S. 349.

[4]) Compt. rend. T. 142. 1906. p. 1239; Journ. d'Agr. Prat. 1906. p. 652.

[5]) Ann. de la Sc. Agron. franç. et étrang. 1906. p. 278; ref. Centralbl. f. Agr. Chem. Bd. 38. 1909. S. 268.

[6]) Deutsche landw. Presse. 1908. Nr. 55.

[7]) Landw. Jahrb. Bd. 38. 1909. S. 319.

Ein Überblick über die angeführte Auswahl von Forschungsergebnissen genügt, um die Begünstigung der Salpeterbildung in Moorböden durch Zusatz basischer Substanzen und die dadurch bewirkte Abstumpfung der Bodensäuren als erwiesene Tatsache zu erkennen, denn der Umstand, daß in einzelnen Fällen bei sehr starker Kalkung für den am Schlusse des Versuchs ermittelten Salpetergehalt niedrigere Werte gefunden wurden wie bei schwächeren Kalkgaben, — ein Punkt, auf den weiter unten noch eingegangen werden soll —, berechtigt meines Erachtens nicht zu der Annahme, daß in diesen Fällen die Tätigkeit der nitrifizierenden Bakterien gehemmt wurde. Um so unwahrscheinlicher erscheint die Behauptung Ritters, daß Kalkdüngung zu sauren Moorböden „die Salpeterbildung durchaus nicht immer begünstigt, ja eventl. direkt schädigend zu wirken vermag“, und um so notwendiger erschien es, diese für die Mikrobiologie wichtige Frage nach Möglichkeit zu erklären. Die zu diesem Zwecke von mir angestellten Laboratoriumsversuche seien im folgenden näher besprochen.

Zwei verschiedene Wege wurden zwecks Feststellung der Kalkwirkung auf die sich in Moorböden abspielenden Nitrifikationsvorgänge eingeschlagen: die Prüfung der von Zahl und Wirksamkeit abhängigen Leistung der Nitrifikationsmikroben durch Impfen elektiver Nährlösungen mit gleichen Mengen ungekalkter und gekalkter Moorproben und Bestimmung der zur Oxydation des gesamten Ammoniaks bzw. der salpetrigen Säure nötigen Zeit, oder auch durch Ermittlung der Menge des innerhalb eines gewissen Zeitraums aus der Form von Ammonsalz in die Form von Nitriten und Nitraten umgewandelten Stickstoffs; weiter wurden den Böden selbst Ammonsalze zugefügt und die Abhängigkeit der Ammoniakoxydation durch Bestimmung des während der Versuchsdauer entstandenen, an Sauerstoff gebundenen Stickstoffs gemessen.

a) Versuche in elektiven Nährlösungen.

1. **Versuch.** Für die zur vorläufigen Orientierung dienenden Untersuchungen wurden die im folgenden kurz gekennzeichneten 6 Böden benutzt:

1. Moostorf, Probe 1: aus dem Königsmoor bei Tostedt i. H., in ziemlich gutem Zersetzungszustande befindlich mit einigen erst weniger gut zersetzten Anteilen.

2. Moostorf, Probe 2, Reg.-Bez. Hannover: hellbrauner, sperriger erst sehr mäßig zersetzter Sphagnumtorf.

3. Heidehumus, Probe 1: gut zersetzt, mit etwas weniger gut zersetztem Moostorf und vielen Holzresten von Heide durchmischt.

---

[1]) Landw. Jahrb. Bd. 47. 1915. S. 378.

4. Heidehumus, Probe 2: erst recht mäßig zersetzt; mit nur wenig dunkleren, stärker vererdeten Knollen durchmischt. Die beiden letztgenannten Proben entstammten ebenfalls dem Königsmoor bei Tostedt i. H.

5. Niederungsmoor, Probe 1, Reg.-Bez. Stralsund: schwarzbraunes, größtenteils in gutem Zersetzungszustande befindliches, etwas feinsandhaltiges Moor mit vereinzelten, erst weniger zersetzten Knollen.

6. Niederungsmoor, Probe 2: im Gewächshaus der Moor-Versuchs-Station schon zu Vegetationsversuchen benutzt; dunkelbraun und krümelig, sehr gut zersetzt.

Zur Anwendung kamen je 50 g der frischen Böden, die durch Zusatz von Wasser auf 90 Proz. Wassergehalt für die Moostorfproben, auf 80 Proz. für die Heidehumusböden und auf 75 Proz. für die Niederungsmoorerden gebracht wurden. Soweit planmäßig Zugabe von kohlensaurem Kalk vorgesehen war, wurde auf gründlichste Vermischung mit dem Boden geachtet. Da erfahrungsgemäß in rohen Moorböden nitrifizierende Mikroben vielfach fehlen, wurden alle in Erlenmeyerkolben übergeführten und auf deren Boden schwach angedrückten Proben mit 1 g Gartenerde geimpft. Je nach dem zur Verfügung stehenden Raum in den Thermostaten wurden die Gefäße — natürlich sämtlich gleichmäßig — zeitweise bei Zimmertemperatur, zeitweise bei 22 und 28° aufbewahrt. Nach Verlauf eines Vierteljahres wurden die zu Beginn des Versuches gewogenen, mit Wattebausch verschlossenen Kolben durch Zugabe von sterilem Wasser auf das ursprüngliche Gewicht gebracht, und ihr Inhalt mit keimfreien Geräten gründlichst gemischt. Mit je 5 g der so vorbereiteten Proben wurden nun 50 ccm einer Nährlösung für Nitrifikationsbakterien geimpft, die sich von der bekannten Omelianskischen nach Vorschlag von Löhnis nur durch einen geringeren Gehalt an Ammonsulfat (1 g : 1000 ccm) unterschied. Die in flacher Schicht in 300-ccm-Erlenmeyerkolben befindlichen Lösungen, denen je 0,5 g steriles Calciumcarbonat zugegeben wurde, standen bei 28° im Thermostaten. Ausbleiben oder Fortschreiten der Nitrifikation wurde durch jeden dritten Tag erfolgende Prüfung mit Neßlerschem Reagens und Jodzinkstärkelösung bzw. Diphenylaminschwefelsäure in kleinen, mit sterilen Pipetten entnommenen Teilproben festgestellt. Von den während 6 Wochen erhaltenen Versuchsergebnissen seien in der folgenden Tabelle 1 nur die kennzeichnendsten angegeben.

In keinem Falle ist, wie die Zusammenstellung erkennen läßt, in den Nährlösungen Nitrifikation eingetreten, die mit ungekalkten Hochmoorproben, gleichgültig ob Moostorf oder Heidehumus vorlag, geimpft wurden; da aber natürlich die gerade für die Salpeterbildung günstigen Versuchsbedingungen bestanden, so läßt sich aus dem Ausbleiben jeder Ammoniakoxydation — die überall gefundenen Spuren von salpetriger Säure stammen aus der Laboratoriumsluft und sind auch in den ungeimpften Lösungen vorhanden — schließen, daß die zu Beginn des Versuchs in die Böden geimpften Nitrifikationsmikroben im Laufe eines Vierteljahres abgestorben oder doch wenigstens so in ihrer Wirkungskraft geschwächt sind, daß sie innerhalb der Versuchsdauer von 42 Tagen keine merkbare Tätigkeit entfalten konnten. Im Gegensatze dazu hat Impfung und Kalkung allen Hochmoorböden deutliche nitrifizierende Kraft gegeben, die zu restloser Oxydation des Ammoniaks geführt hat.

Anders liegen die Verhältnisse bei den angewandten Niederungsmooren. Ihrem nur schwach sauren oder neutralen Charakter entsprechend ist der

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

Tabelle 1[1].

Boden (50 g fr.)	Zugegebene Menge $CaCO_3$ g	Die Prüfung erfolgte nach (Tagen)																	
		3			24			27			30			33			42		
		NH_3	HNO_2	HNO_3	HN_3	HNO_2	HNO_3	HN_3	HNO_2	HNO_3	HN_3	HNO_2	HNO_3	NH_3	HNO_2	HNO_3	NH_3	HNO_2	HNO_3
Moostorf, Probe 1.	—	++	—	—	++	Sp.	—	++	Sp.	—	++	Sp.	—	++	Sp.	—	++	Sp.	—
		++	—	—	++	Sp.	—	++	Sp.	—	++	Sp.	—	++	Sp.	—	++	Sp.	—
	3,0	++	Sp.	—	Sp.	++	Sp.	Sp.	++	Sp.	Sp.	++	++	—	++	++	—	—	++
		++	Sp.	—	+	++	Sp.	+	++	Sp. !	Sp.	++	++	—	++	++	—	—	++
Moostorf, Probe 2.	—	++	—	—	++	Sp.	—	++	Sp.	—	++	Sp.	—	++	Sp.	—	++	Sp.	—
		++	—	—	++	Sp.	—	++	Sp.	—	++	Sp.	—	++	Sp.	—	++	Sp.	—
	3,0	++	+	—	Sp.	++	Sp.	Sp.	++	Sp.	Sp.	++	+	—	+	++	—	—	++
		++	+	—	Sp.	++	Sp.	Sp.	++	Sp. !	—	++	++	—	—	++	—	—	++
Heidehumus Probe 1.	—	++	—	—	++	Sp.	—	++	Sp.	—	++	Sp.	—	++	Sp.	—	++	Sp.	—
		++	—	—	++	Sp.	—	++	Sp.	—	++	Sp.	—	++	Sp.	—	++	Sp.	—
	3,0	++	+	—	Sp.	++	+	Sp.	++	++	—	—	++						
		++	+	—	Sp.	++	Sp. !	Sp.	++	++	—	—	++						

---

[1] Das Zeichen + bedeutet eine deutliche, ++ eine sehr starke Reaktion, das Zeichen — kennzeichnet das Ausbleiben einer Reaktion; Sp. = Spur.

Tabelle 1. (Fortsetzung.)

Boden (50 g fr.)	Zugegebene Menge $CaCO_3$ g	Die Prüfung erfolgte nach (Tagen)																	
		3			24			27			30			33			42		
		HN_3	HNO_2	HNO_3	NH_3	HNO_2	HNO_3	NH_3	HNO_2	HNO_3	NH_3	HNO_2	HNO_3	NH_3	HNO_2	HNO_3	NH_3	HNO_2	HNO_3
Heidehumus Probe 2.	—	++	—	—	++	Sp.	—	++	Sp.	—	++	Sp.	—	++	Sp.	—	++	Sp.	—
		++	—	—	++	—	—	++	Sp.	—	++	Sp.	—	++	Sp.	—	++	Sp.	—
	3,0	++	+	—	Sp.	++	++	Sp.	++	++	—	—	++						
		++	+	—	+	++	++	Sp.	++	++	—	—	++						
Niederungsmoor, Probe 1.	—	++	Sp.	Sp.	+	++	+	Sp.	++	+	—	—	++						
		++	Sp.	+	Sp.	++	++	—	++	++	—	Sp.	++	—	—	++			
	3,0	++	+	+	Sp.	++	+	—	++	+	—	Sp.	++	—	—	++			
		++	+	Sp.	—	++	+	—	++	+	—	—	++						
Niederungsmoor, Probe 2.	—	++	++	+	+	++	+	—	++	++	—	—	++						
		++	++	+	Sp.	++	++	—	++	+	—	Sp.	++	—	—	++			
	3,0	++	+	Sp.	—	++	+	—	++	+	—	—	++						
		++	+	+	Sp.	++	++	—	++	++	—	—	++						
Kontrollversuch	—	++	—	—	++	Sp.	—	++	Sp.	—	++	Sp.	—	++	Sp.	—	++	Sp.	—
		++	—	—	++	Sp.	—	++	Sp.	—	++	Sp.	—	++	Sp.	—	++	Sp.	—

Unterschied zwischen dem Verhalten ungekalkter und gekalkter Proben weit weniger auffallend wie bei den Hochmoorböden. Auch in den rohen, nicht kalkgedüngten Proben dieser Bodenart haben die eingeimpften oder schon in den Erden vorhandenen Nitroso- und Nitrobakterien ihre volle Wirksamkeit bewahrt; Kalkung hat keine oder wenigstens keine nennenswerte Beschleunigung der Nitrifikation verursacht, jedenfalls aber auch nicht hemmend gewirkt.

2. Versuch. Um auch den Einfluß schwächerer Kalkgaben beobachten zu können, wurde eine weitere Versuchsreihe angesetzt, die sich abgesehen von der Stärke der Kalkungen, nur in unwesentlichen Einzelheiten unterschied: die Impfsubstanz betrug nur 1 g; der Versuch wurde bei Zimmertemperatur durchgeführt, und die Prüfung der Lösungen erfolgte in Abständen von 5 Tagen. Auch in diesem Falle sollen nur die charakteristischen Ergebnisse in der nachfolgenden Tabelle 2 zusammengestellt werden.

Wie ersichtlich, ist auch dieser Versuch dem vorbeschriebenen völlig entsprechend verlaufen: die verkalkten Hochmoorböden haben in keinem Falle nitrifizierende Kraft gezeigt; Kalkung dagegen hat das ursprünglich für die Nitrifikationserreger ungünstige Bodenklima des Moostorfes und des Heidehumus in der Weise verändert, daß die eingeimpften Mikroben während der vierteljährigen Lagerung am Leben geblieben und, in die Nährlösung geimpft, die Oxydation des gesamten vorhandenen Ammoniaks hervorgerufen haben. Der niedrigeren Versuchstemperatur entsprechend ist der dazu nötige Zeitraum größer wie beim 1. Versuch. Das Niederungsmoor hat im Gegensatze zu den Hochmoorböden auch in ungekalktem Zustande Nitrifikationserscheinungen auszulösen vermocht; jedoch hat auch in diesem Falle Kalkung einen begünstigenden Einfluß ausgeübt, ein Ergebnis, das dem oben beschriebenen nicht ganz entspricht.

3. Versuch. Anstatt in Ammoniak-Nährlösung wurde bei einer weiteren Versuchsreihe je 1 g der Böden in 50 ccm Nitrit-Nährflüssigkeit von der üblichen Zusammensetzung geimpft. Der Versuch wurde ebenfalls bei Zimmertemperatur durchgeführt; die Zunahme an Salpetersäure bzw. Abnahme von Nitrit wurde durch jeden 5. Tag erfolgende Prüfung mit Jodzinkstärkelösung bzw. Diphenylaminschwefelsäure beobachtet. Tabelle 3 gibt die wichtigsten Ergebnisse wieder.

Was demnach für die nitrifizierenden Bakterien im allgemeinen gilt, ist, wie die Zusammenstellung erkennen läßt, für die Nitratbakterien im besonderen festgestellt: der stark saure Charakter des rohen Hochmoores verursacht innerhalb verhältnismäßig kurzer Zeit das Absterben eingeimpfter Nitrobakterien oder verringert zum mindesten deren Wirksamkeit in so hohem Grade, daß eine salpeterbildende Tätigkeit des Bodens während der 9 Wochen betragenden Versuchszeit nicht zutage tritt.

4. Versuch. Zu entsprechenden Ergebnissen führte eine weitere Versuchsreihe, bei der die Nitrifikationskraft der Böden nicht durch die zur Oxydation des gesamten Ammoniaks nötige Zeit, sondern durch die innerhalb eines gewissen Zeitraums gebildete Menge von Nitrit- und Nitratstickstoff gemessen wurde. Auch in diesem Falle ließ ich nach Impfung und Kalkung der Proben bis zu ihrer Verwendung zwecks Anpassung des Mikrobenbestandes an das veränderte Bodenklima eine längere Zeit, etwa 5 Monate, verstreichen, bevor je 50 ccm Ammoniaknährlösung mit je 5 g der vorher auf ihr ursprüngliches Gewicht gebrachten Bodenproben infiziert wurden. Nach 3-wöchiger Aufbewahrung bei Zimmertemperatur wurde filtriert und ausgewaschen

Tabelle 2.

Boden (50 g fr.)	Zugegebene Menge $CaCO_3$ g	Die Prüfung erfolgte nach (Tagen)																				
		10			40			45			50			60			65			70		
		NH_3	HNO_2	HNO_3	NH_3	HNO_2	HNO_3	NH_3	HNO_2	HNO_3	NH_3	HNO_2	HNO_3	NH_3	HNO_2	HNO_3	NH_3	HNO_2	HNO_3	NH_3	HNO_2	HNO_3
Moostorf, Probe 1.	—	++	—	—	++	—	—	++	—	—	++	—	—	++	Sp.	—	++	Sp.	—	++	Sp.	—
		++	—	—	++	—	—	++	—	—	++	—	—	++	Sp.	—	++	Sp.	—	++	Sp.	—
	1,0	++	Sp.	—	+	++	Sp.	—	++	Sp.	—	++	Sp.	—	++	+	—	++	++	—	—	++
		++	—	—	Sp.	++	Sp.	—	++	Sp.	—	++	Sp.	—	++	+	—	++	++	—	—	++
	2,0	++	+	—	Sp.	++	Sp.	—	++	Sp.	—	++	Sp.	—	++	+	—	++	++	—	—	++
		++	+	—	Sp	++	Sp.	—	++	Sp.	—	++	Sp.	—	++	++	—	++	++	—	—	++
	3,0	++	+	—	—	++	Sp.	—	++	Sp.	—	++	Sp.	—	++	++	—	—	++			
		++	+	—	—	++	Sp.	—	++	Sp.	—	++	Sp.	—	++	++	—	++	++	—	—	++
Heidehumus Probe 1.	—	++	—	—	++	—	—	++	—	—	++	—	—	++	Sp.	—	++	Sp.	—	++	Sp.	—
		++	—	—	++	—	—	++	—	—	++	Sp.	—	++	Sp.	—	++	Sp.	—	++	Sp.	—
	1,0	++	Sp.	—	+	++	+	+	++	++	Sp.	+	++	—	—	++						
		++	Sp.	—	+	++	+	+	++	++	Sp.	+	++	—	—	++						
		++	+	—	—	++	+	—	++	+	—	+	++	—	—	++						

Tabelle 2. (Fortsetzung.)

Boden (50 g fr.)	Zugegebene Menge $CaCO_3$ g	Die Prüfung erfolgte nach (Tagen)																				
		10			40			45			50			60			65			70		
		NH_3	HNO_2	HNO_3	NH_3	HNO_2	HNO_3	NH_3	HNO_2	HNO_3	NH_3	HNO_2	HNO_3	NH_3	HNO_2	HNO_3	NH_3	HNO_2	HNO_3	NH_3	HNO_2	HNO_3
Heidehumus Probe 1.	2,0	++	+	—	—	++	+	—	++	+	—	+	++	—	—	++						
	3,0	++	+	Sp.	Sp.	++	+	Sp.	++	++	—	+	++	—	—	++						
		++	+	—	—	++	+	—	++	++	—	+	++	—	—	++						
Niederungsmoor, Probe 1.	—	++	Sp.	—	++	+	++	++	+	++	+	Sp.	++	+	Sp.	++	Sp.	Sp.	++	—	—	++
		++	Sp.	—	++	++	++	+	+	++	Sp.	Sp.	++	Sp.	Sp.	++	—	—	++			
	1,0	++	+	—	Sp.	++	++	—	+	++	—	—	++									
		++	+	—	Sp.	++	++	—	+	++	—	—	++									
	2,0	++	+	—	Sp.	++	++	—	—	++												
		++	+	—	+	++	++	Sp.	+	++	—	—	++									
	3,0	++	+	Sp.	Sp.	++	++	—	—	++												
		++	+	—	+	++	++	Sp.	+	++	—	—	++									
Kontrollversuch	—	++	—	—	++	—	—	++	Sp.	—	++	Sp.	—	++	Sp.	—	++	Sp.	—	++	Sp.	—
		++	—	—	++	—	—	++	—	—	++	—	—	++	Sp.	—	++	Sp.	—	++	Sp.	—

Tabelle 3.

Boden (50 g fr.)	Zugegebene Menge $CaCO_3$ g	Die Prüfung erfolgte nach (Tagen)											
		10		20		25		30		35		60	
		HNO_2	HNO_3	HNO_2	HNO_3	HNO_2	HNO_3	HNO_2	HNO_3	HNO_2	HNO_3	HNO_2	HNO_3
Moostorf, Probe 1	—	++	Sp1)	++	Sp.	++	Sp.	++	Sp.	++	Sp.	++	Sp.
		++	Sp.	++	Sp.	++	Sp.	++	Sp.	++	Sp.	++	Sp.
	1,0	++	Sp.	++	Sp.	++	++	—	++				
		++	Sp.	++	Sp.	++	++	Sp.	++	—	++		
	2,0	++	Sp.	++	+	++	++	—	++				
		++	Sp.	++	+	++	++	—	++				
	3,0	++	Sp.	++	+	++	++	—	++				
		++	Sp.	++	+	++	++	—	++				
Heidehumus, Probe 2	—	++	Sp.	++	Sp.	++	Sp.	++	Sp.	++	Sp.	++	Sp.
		++	Sp.	++	Sp.	++	Sp.	++	Sp.	++	Sp.	++	Sp.
	1,0	++	Sp.	++	+	+	++	—	++				
		++	Sp.	++	+	+	++	+	++	—	++		
	2,0	++	Sp.	++	+	—	++						
		++	Sp.	++	++	—	++						
	3,0	++	Sp.	++	++	—	++						
		++	Sp.	++	++	—	++						
Niederungsmoor, Probe 1	—	++	Sp.	++	+	—	++						
		++	Sp.	++	+	—	++						
	1,0	++	Sp.	—	++								
		++	+	++	++	—	++						
	2,0	++	Sp.	++	++	—	++						
		++	Sp.	—	++								
	3,0	++	Sp.	—	++								
		++	+	++	++	—	++						
Kontrollversuch	—	++	Sp.	++	Sp.	++	Sp.	++	Sp.	++	Sp.	++	Sp.
		++	Sp.	++	Sp.	++	Sp.	++	Sp.	++	Sp.	++	Sp.

---

1) Die Spuren HNO_3 sind in der mit schwach nitrathaltigem Natrium nitrosum hergestellten Nährlösung ursprünglich vorhanden.

und in dem Filtrat zunächst durch Destillation mit gebrannter Magnesia der Ammoniakstickstoff bestimmt; soweit erforderlich erfolgte sodann die Ermittlung der Summe von Nitrit- und Nitratstickstoff nach der Kupfer-Magnesium-Methode[1]) durch erneute Destillation des verdünnten Kolbenrückstandes mit 3 g Kupfer-Magnesium nach Zusatz von 1 g Magnesiumchlorid. Die auf diese Weise erhaltenen Ergebnisse sind in der Tabelle 4 enthalten.

Soweit die in elektiven Nährlösungen ausgeführten Versuche über die nitrifizierende Tätigkeit ungekalkter und gekalkter Moorböden, deren Ergebnisse sich dahin zusammenfassen lassen, daß auf diese Weise geprüft, die Nitrifikationskraft der rohen, sauren und kalkarmen Hochmoorböden oder auch der schwach sauren oder neutralen, kalkreichen Niederungsmoore niemals durch Zugabe auch stärkster Kalkgaben verringert gefunden wurde, daß vielmehr Kalkdüngung bei den Hochmoorböden eine sehr starke Steigerung, bei den Niederungsmooren zum mindesten keine Verringerung der salpeterbildenden Tätigkeit zur Folge hatte. Die oben angeführte Behauptung Ritters, die er auf Grund der Ergebnisse seiner Anreicherungskulturen aufstellen zu können glaubt, ist demnach als unrichtig erwiesen.

b) Nitrifikationsversuche in den rohen und gekalkten Böden selbst.

Die für die beschriebenen, mit Hilfe elektiver Nährlösungen angestellten Untersuchungen benutzten Kalkmengen gehen ausnahmslos weit über die in der Praxis üblichen hinaus. Um auch die Veränderung des Bodenklimas durch schwächere Kalkungen feststellen zu können, und um gleichzeitig die Bedingungen für die Salpeterbildung in den Moorböden selbst, nicht in beimpften Nährflüssigkeiten beobachten zu können, wurde eine ganze Reihe weiterer Versuche angesetzt, über die im folgenden berichtet werden soll.

5. Versuch. Als Versuchsböden dienten die schon mehrfach erwähnten beiden Hochmoorproben: Moostorf, Probe 1 mit 79 Proz. und Heidehumus, Probe 1 mit 65 Proz. Wassergehalt. Je 50 g der frischen Böden wurden, da eine vorläufige Prüfung Abwesenheit von Nitrifikationserregern ergeben hatte, mit je 1 g Gartenerde geimpft und, soweit nach dem aus der nächsten Tabelle ersichtlichen Plan Kalkzusatz vorgesehen war, in Porzellanschalen möglichst gut mit dem kohlensauren Kalk vermischt. Die so vorbereiteten Proben wurden in Erlenmeyerkolben von 500 ccm Inhalt übergeführt und in ihnen mit einem abgeplatteten Metallstab schwach auf den Boden angedrückt. Sodann erfolgte Zugabe von 10 ccm Wasser und 10 ccm einer Lösung von 5 g Ammonsulfat in 500 ccm Wasser, deren Gehalt an Ammoniakstickstoff zu 20,8 mg ermittelt wurde. Es entstanden auf diese Weise Bodenproben von 70 g Gesamtgewicht und 85° bzw. 75 Proz. Wassergehalt. Um während der Versuchsdauer eintretenden Wasserverlust bestimmen zu können, wurden zu Beginn die durch Wattebausch verschlossenen Kolben samt ihrem Inhalt gewogen. Nach Ablauf der Versuchszeit, die für die Moostorfproben mit 6 Wochen, für die Heidehumusböden mit 3 Wochen bemessen wurde, und während der die Gefäße bei 22° im Thermostaten standen, erfolgte die Verarbeitung in der Weise, daß alle Kolben zunächst durch Wasserzugabe auf

---

[1]) Zeitschr. f. ang. Chem. Bd. 30. 1917. Aufsatzteil S. 169.

Tabelle 4.

Boden (50 g fr.)	Zugegebene Menge Ca CO3	Am Schlusse des Versuchs gefundener			
		Ammoniak-Stickstoff		Nitrit + Nitratstickstoff	
			im Mittel		im Mittel
	g	mg	mg	mg	mg
Moostorf, Probe 2	—	10,2[1]	10,1	—	—
		10,0		—	
	1,0	5,5	5,6	3,3	3,35
		5,7		3,4	
	2,0	4,5	4,1	4,3	4,6
		3,7		4,9	
	3,0	3,9	4,1	5,2	5,0
		4,2		4,8	
Heidehumus Probe 1	—	9,9[1]	9,95	—	—
		10,0		—	
	1,0	4,3	4,2	5,4	5,4
		4,0		5,4	
	2,6	3,0	3,2	6,4	6,2
		3,3		6,0	
	3,0	3,6	3,0	6,0	6,5
		2,4		6,9	
Niederungsmoor, Probe 1	—	5,4	5,3	4,3	4,5
		5,2		4,6	
	1,0	0,6	0,8	9,3	9,5
		1,0		9,6	
	2,0	0,7	0,8	8,7	8,7
		0,9		8,7	
	3,0	0,3	0,2	9,4	9,4
		0,1		9,4	
Kontrollversuche	—	9,4	9,4	—	—
		9,4		—	

---

[1] Die über den ursprünglichen Inhalt der Nährlösung an Ammoniakstickstoff hinausgehenden Werte (9,4 mg) sind dem Ammoniakgehalt der Impfböden zuzuschreiben.

ihr altes Gewicht gebracht wurden und weiter unter Berücksichtigung des Wassergehaltes der Böden einen Zusatz von 3-proz. Kaliumsulfatlösung erhielten, der das Gesamtvolumen an vorhandener Flüssigkeit auf 400 ccm erhöhte. Nach 1-stündigem Schütteln im rotierenden Schüttelapparat wurde filtriert und in aliquoten Teilen der Filtrate durch Destillation mit gebrannter Magnesia der vorhandene Ammoniakstickstoff und — je nach Ausfall der qualitativen Vorprüfung — durch Verbrennen nach Kjeldahl unter Zugabe von Ferrosulfat die Summe von löslichem organischen Stickstoff und Ammoniakstickstoff einerseits, durch Oxydation mit Kaliumpermanganat, nachfolgende Reduktion mit Ferrum reductum in schwefelsaurer Lösung und anschließende Verbrennung nach Kjeldahl der lösliche Gesamtstickstoff andererseits bestimmt. Die Differenz der beiden letztgenannten Werte ergibt den Stickstoff der vorhandenen Nitrite und Nitrate[1]). Von der Anstellung von Kontrollversuchen ohne Zusatz von Ammonsulfat wurde in diesem und den folgenden Fällen abgesehen, da einmal alle Böden zu Beginn nitrit- und nitratfrei waren, und weiter Vorversuche erwiesen hatten, daß innerhalb der Versuchsdauer auch in stark gekalkten Böden nur quantitativ nicht bestimmbare, sehr geringe Spuren des Bodenstickstoffs löslich gemacht wurden. Die gesamte Arbeitsweise schließt sich demnach im wesentlichen der von Vogel[2]) anläßlich seiner Hornmehlmethode angewandten an. Auf diesem Wege wurden die in Tabelle 5 aufgeführten Werte erzielt.

Den Versuchen in Nährlösung entsprechend ergibt sich aus den mitgeteilten Ergebnissen zunächst, daß in rohen, sauren Hochmoorböden eine Umwandlung des Ammoniakstickstoffs in die Form von salpetriger oder Salpetersäure nicht stattfindet. Die ganz geringen Spuren von Salpetersäure, die in diesen Fällen gefunden wurden, stammen offenbar aus dem nitrathaltigen Impfboden und müssen deshalb bei Beurteilung des Versuchsbefundes außer acht gelassen werden. Klar aber springt auch hier wieder die begünstigende Wirkung einer Kalkgabe in die Augen: durch Abstumpfung der Humussäuren wird in allen Fällen lebhafte Nitrifikation bewirkt. Man könnte allerdings aus den für die Moostorfproben erhaltenen Zahlen zunächst schließen, daß sehr starke Kalkdüngung die Salpeterbildung ungünstig beeinflußt; die Tatsache aber, daß schon die mittelstarke Kalkung von 0,5 g $CaCO_3$ völliges Verschwinden des zugesetzten Ammoniakstickstoffs zur Folge hat, läßt vermuten, daß zur endgültigen Klärung des Verhältnisses zwischen Kalkmenge und Nitrifikation die zugegebene Menge von Ammonsulfat zu klein oder die Versuchsdauer zu groß gewählt wurde. Unter Vermeidung dieser Fehler wurde ein

6. Versuch angesetzt, bei dem unter Abkürzung der Versuchsdauer — für den Moostorf 3 Wochen, für den Heidehumus und den zum Vergleich herangezogenen Niederungsmoorboden 2 Wochen — den Böden eine größere Menge Ammonsulfat (0,15 g = 31,2 mg N) zugefügt wurde. Von den übrigen Versuchsbedingungen wichen weiter noch die Temperatur (22—25°) und die aus der folgenden Zusammenstellung zu ersehenden Kalkgaben von denen der vorbeschriebenen ab. (Tabelle 6.)

Die erhaltenen Werte lassen erkennen, daß das gewünschte Ziel noch nicht völlig erreicht wurde, insofern bei dem mit Moostorf angestellten Versuche die drittstärkste Kalkgabe von 1 g $CaCO_3$ die Mikrobentätigkeit so stark angeregt hat, daß der gesamte zugefügte Ammoniakstickstoff verbraucht ist. Dementsprechend ist für die gefundenen Mengen von Nitrit- und Nitrat-

---

[1]) Densch, Mitt. d. Kaiser-Wilhelm-Inst. f. Landw. zu Bromberg. Bd. 1. H. 2 u. 4.

[2]) Mitt. d. Kaiser-Wilhelm-Inst. f. Landw. zu Bromberg. Bd. 2. 1910. H. 4; Fühlings landw. Ztg. 1910. S. 626.

Tabelle 5.

1. Nitrifikationsversuch mit Ammonsulfat.

Boden	Zugegeben wurde		Versuchsdauer u. Temperatur	Am Schluß des Versuchs wurden gefunden					
	$(NH_4)_2SO_4$	$CaCO_3$		Amm.-N	i. M.	lösl. org. + Am.-N	lösl. Ges.-N	Salpeter-N[1]	i. M.
		g		mg					
Moostorf Probe 1; 70 g, 85% H_2O	0,1 g $(NH_4)_2SO_4$ = 20,8 mg N	—	6 Wochen, 22°	19,5	19,8			Sp.	Sp.
				20,1				Sp.	
				19,9				Sp.	
		0,5		—	—	0,9	17,6	16,7	15,5
				—		0,1	14,7	14,6	
				—		0,9	16,1	15,2	
		1,0		—	—	0,4	9,1	8,7	8,7
				—		0,6	9,1	8,5	
				—		0,6	9,4	8,8	
		2,5		—	—	0,4	8,6	8,2	7,6
				—		0,6	7,9	7,3	
				—		0,8	8,1	7,3	
Heidehumus, Probe 1; 70 g, 75% H_2O	0,1 g $(NH_4)_2SO_4$ = 20,8 mg N	—	3 Wochen, 22°	20,7	20,8			Sp.	Sp.
				20,8				Sp.	
				20,8				Sp.	
		1,0		10,0	9,2	11,8	17,7	5,9	7,3
				8,3		9,8	18,1	8,3	
				9,4		10,7	18,3	7,6	
		2,5		—	—	1,1	13,9	12,8	12,2
				—		1,9	13,9	12,0	
				—		1,6	13,3	11,7	
		5,0		—	—	0,8	15,6	14,8	13,5
				—		0,6	14,4	13,8	
				—		0,9	12,9	12,0	

---

[1] Sämtliche Filtrate waren frei von salpetriger Säure.

Tabelle 6.

2. Nitrifikationsversuch mit Ammonsulfat.

Boden	Zugegeben wurde		Versuchsdauer u. Temperatur	Am Schluß d. Versuchs wurde gefunden					
	$(NH_4)_2SO_4$	$CaCO_3$ g		Amm.Stickst.	i. M.	lösl. org. + Am.-N	lösl. Ges.-N	Nitrit- + Nitrat-N[1]	i. M.
				mg					
Moostorf, Probe 1; 70 g, 85% H_2O	0,15 g $(NH_4)_2SO_4$ = 31,2 mg N	—	3 Wochen, 22—25°	29,8	29,9			Sp.	Sp.
				29,9				Sp.	
				30,1				Sp.	
		0,25		28,6	28,4			Sp.	Sp.
				28,3				Sp.	
				28,3				Sp.	
		0,4[2]		26,1	26,7			Sp.!	Sp.!
				27,1				Sp.!	
				26,8				Sp.!	
		1,0		—	—	0,8	24,6	23,8	23,6
				—		0,6	24,0	23,4	
				—		0,9	24,4	23,5	
		2,5		—	—	0,4	20,9	20,1	22,0
				—		0,8	24,0	23,2	
				—		0,6	23,2	22,6	
Heidehumus, Probe 1; 70 g, 75% H_2O	0,15 g $(NH_4)_2SO_4$ = 31,2 mgN	—	2 Wochen 22—25°	30,7	31,0			Sp.	Sp.
				31,1				Sp.	
				31,1				Sp.	
		0,5		28,9	28,7			Sp.!	Sp.!
				28,5				Sp.!	
				28,6				Sp.!	
		1,0		25,5	26,0	26,9	28,3	1,4	1,5
				26,5		27,6	29,1	1,5	
				26,0		27,1	28,6	1,5	

---

[1] Die qualitative Prüfung der Lösungen ergab nur für den mit 2 und 5 g $CaCO_3$ gekalkten Heidehumus Vorhandensein von salpetriger Säure.

[2] Statt der dem vorhergehenden Versuch entsprechenden Menge von 0,5 g $CaCO_3$ wurde versehentlich nur 0,4 g angewandt.

Tabelle 6. (Fortsetzung.)

Boden	Zugegeben wurde		Versuchsdauer u. Temperatur	Am Schluß d. Versuchs wurde gefunden					
	$(NH_4)_2SO_4$	$CaCO_3$ g		Amm.Stickst.	i. M.	lösl. org. + Am.-N	lösl. Ges.-N	Nitrit- + Nitrat-N	i. M.
				mg					
Heidehumus, Probe 1; 70 g, 75°/₀ H_2O	0,15 g $(NH_4)_2SO_4$ = 31,2 mgN	2,0	2 Wochen 22—25°	3,5	3,5	4,1	24,8	20,7	19,4
				3,6		4,7	22,8	18,1	
				3,3		4,1	23,5	19,4	
		5,0		1,1	1,3	2,4	24,9	22,5	20,6
				1,4		3,0	22,4	19,4	
				1,3		3,0	23,0	20,0	
Niederungsmoor, Probe 1; 70 g, 69,9% H_2O	0,15 g $(NH_4)_2SO_4$ = 31,2 mg N	—	2 Wochen 22—25°	27,4	27,8			Sp.	Sp.
				28,0				Sp.	
				28,0				Sp.	
		0,5		10,0	10,2	11,8	28,7	16,9	16,1
				10,0		12,4	28,3	15,9	
				10,5		12,2	27,7	15,5	
		1,0		8,3	8,5	9,4	27,7	18,3	18,9
				8,7		8,9	28,0	19,1	
				8,5		8,9	28,3	19,4	
		2,0		7,1	8,1	8,3	26,6	18,3	17,1
				8,8		11,2	27,1	15,9	
				8,3		9,7	26,8	17,1	

stickstoff — ebenso wie auch bei den Niederungsmoorproben — ein allerdings recht geringer, der stärksten Kalkung zugehöriger durchschnittlicher Minderwert zu verzeichnen. Immerhin geht besonders unter Berücksichtigung der für den Heidehumus erzielten Zahlen aus den Versuchsergebnissen klar hervor, daß mit steigenden Gaben von kohlensaurem Kalk eine sprunghaft einsetzende Verstärkung der Salpeterbildung Hand in Hand geht, die sich bei den stärksten Kalkdüngungen etwa auf gleicher Höhe hält. Wie beim vorigen Versuche entstammen die bei Verwendung ungekalkter Proben gefundenen Spuren von Salpetersäure dem Impfboden. Betreffs der etwas stärkeren Spuren in den schwach gekalkten Proben ist zu bemerken, daß vermutlich die Mischung der Böden mit dem Calciumcarbonat nicht derart gewesen ist, daß sich nicht in dem in seiner Gesamtheit noch sauren Boden, Stellen neutraler Reaktion gebildet hätten, und dadurch Möglichkeit zur Betätigung nitrifizierender Mikroorganismen gegeben gewesen wäre. Das dann plötzliche Einsetzen starker Nitrifikation hängt ganz offenkundig, wie auch nicht anders zu erwarten war, mit dem durch zunehmende Gaben des basischen Stoffes erfolgenden Übergang des Bodens vom sauren in den neutralen Zustand zusammen. Die Azidität des angewandten Moostorfs wurde nach dem Verfahren von Tacke-Süchting[1]) zu 2,08 Proz. CO_2, berechnet auf trocken gedachte Moorsubstanz, die des Heidehumus zu 2,42 Proz. ermittelt. Diesen Werten entsprechen die Mengen von 0,47 bzw. 0,96 g $CaCO_3$, die zur Neutralisierung von 15 g tr. Moostorf und 17,5 g tr. Heidehumus erforderlich sind. In den rohen und schwächer wie angegeben gekalkten Proben, deren Säuren nur abgestumpft, aber nicht neutralisiert sind, wurden der Physiologie der Nitrifikanten gemäß nur Spuren von Salpetersäure gefunden, deren Auftreten, wie schon erwähnt, einmal sich aus dem Nitratgehalt des Impfbodens erklärt, weiter aber auch offensichtlich der Unmöglichkeit zugeschrieben werden muß, den kohlensauren Kalk mit dem Moorboden zu einer völlig gleichmäßigen Masse zu vermischen. Neutralisation der Humussäuren dagegen gibt — gegebenenfalls mit gleichzeitiger Impfung — den Moorböden starke nitrifizierende Kraft, die auch durch stärkste Kalkgaben nicht vermindert wird. Dabei soll jedoch natürlicherweise nicht bestritten werden, daß unter Umständen die in stark gekalktem Boden gebildete Salpetermenge der in schwächer gekalkten Proben entstehenden gegenüber dadurch eine Verminderung erfahren kann, daß infolge der durch Neutralisation der Humussäuren einsetzenden Anregung der gesamten Mikrobentätigkeit einmal schon gebildete Nitrate wieder reduziert oder auch assimiliert werden, oder daß aus dem gleichen Grunde den Nitrifikanten das Ausgangsprodukt ihrer Tätigkeit durch verstärkten Konkurrenzkampf entzogen wird. Vermutlich ist hierauf auch die Tatsache zurückzuführen, daß bei den beiden zuletzt erörterten Versuchen wie auch bei später noch zu besprechenden, die für die stärksten Kalkdüngungen gefundenen Salpetermengen zum Teil deutlich, zum Teil nur wenig hinter den für schwächere Kalkgaben ermittelten zurückbleiben. Es sei noch erwähnt, daß genauere Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen der Azidität und der nitrifizierenden, daneben auch der ammonisierenden und denitrifizierenden Tätigkeit der Moorböden sowie über die Möglichkeit einer biologischen Aziditätsbestimmung für die gleichen Bodenarten in Arbeit sind.

7. Versuch. Obgleich bei Verwendung von Ammoniaksalzen anderer Mineralsäuren an Stelle des Ammonsulfates als Ausgangsprodukt der Nitrifikation keine grundsätzlichen Abweichungen zu erwarten waren, wurden mit Rücksicht auf die später zu erörternden Versuchsergebnisse Gullys weitere Versuche unter Zugabe von salpetersaurem Ammoniak angestellt. Außer dem schon erwähnten Heidehumus, Probe 1, wurde hierzu ein Moostorf, Probe 3, benutzt, der dem Moostorf, Probe 1, in physikalischer und chemischer Hinsicht durchaus ähnelte, sowie eine aus dem Reg.-Bez. Stettin bezogene Bodenprobe, die ein Niederungsmoor von schwach saurer Reaktion darstellte. Im Gegensatz zu den beiden Hochmoorböden war dieses stark salpeterhaltig; sein unter Zusatz der Kalkmengen des Hauptversuches nach Ablauf der Versuchsdauer ermittelter Gehalt an Nitratstickstoff wurde deshalb von der am Schlusse des Versuchs in den Niederungsmoorproben erhaltenen Salpetermenge als blinder Wert abgezogen. Im übrigen glich die Versuchsanordnung der der früheren Untersuchungen; die Dauer betrug 6 Wochen, die Temperatur schwankte wegen zeitweiligen Gasmangels zwischen

---

[1]) Chem.-Ztg, Bd. 21, 1897, S. 174; Zeitschr. f. ang. Chem. Bd. 21, 1908, S. 151 und Landw. Vers. Stat. Bd. 70, 1909, S. 13.

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

192582

17 und 22°; die zugegebene Menge Ammonnitrat betrug 0,2 g mit 34,9 mg Ammoniak- und ebensoviel Salpeterstickstoff. Bei der Verarbeitung der Proben wurde die oben erwähnte Kupfer-Magnesium-Methode zur Bestimmung des Nitratstickstoffs benutzt. Die weiteren Bedingungen des Versuchs sowie seine Ergebnisse sind aus der Tabelle 7 zu entnehmen.

Wie aus der Zusammenstellung hervorgeht, bestätigen die Versuchsbefunde die früher erhaltenen in jeder Weise.

8. Versuch. Die Ammonisation von Hornmehl mit anschließender Nitrifikation der entstandenen Ammoniakverbindungen in ihrer Abhängigkeit von der Kalkung sollte eine weitere Versuchsreihe veranschaulichen für die als Hochmoorböden die auch für die früheren Untersuchungen benutzten Moostorf, Probe 1 und Heidehumus, Probe 1, als Niederungsmoor eine aus dem Reg.-Bez. Potsdam herrührende, salpeterhaltige Probe zur Anwendung kamen. Als Vorbedingung für die Möglichkeit, in diesem Falle aus der am Schlusse des Versuches gefundenen Menge von Nitrit- und Nitratstickstoff Rückschlüsse auf die Beeinflussung der Nitrifikation durch die Kalkung ziehen zu können, mußte die Voraussetzung gelten, daß für eine etwa durch Zugabe von Calciumcarbonat verstärkte Tätigkeit nitrifizierender Bakterien diesen Mikroben auch eine größere Menge Ammonsalz als Energiequelle zur Verfügung stehe, d. h. daß auch die ammonisierende Kraft der Moorböden durch Abstumpfung und Neutralisierung der Bodensäuren erhöht wird. Ein einfacher Vorversuch brachte diesen Beweis.

Je 50 g der genannten Böden wurden zum Teil mit wechselnden Mengen von kohlensaurem Kalk vermischt, ein Teil der Proben blieb ohne einen solchen Zusatz; durch Wasserzugabe wurde der Feuchtigkeitsgehalt des Moostorfs auf 90 Proz., der des Heidehumus und des Niederungsmoores auf 80 Proz. erhöht. Nach zwölfwöchiger Aufbewahrung bei wechselnder Temperatur (Zimmertemperatur, 22 und 28°) erfolgte die Impfung von je 5 g der zuvor durch Zufügen von Wasser auf ihr ursprüngliches Gewicht gebrachten Proben in 50 ccm einer Lösung von 10 g Pepton und 10 g Natriumchlorid in 1000 ccm Wasser, die in 100-ccm-Erlenmeyerkolben abgefüllt und 3mal bei 100° sterilisiert waren. Die Versuchstemperatur betrug 28°, seine Dauer 96 Stunden. Nach Ablauf dieser Frist wurde das entstandene Ammoniak in üblicher Weise durch Destillation mit gebrannter Magnesia bestimmt; zur Feststellung der zugehörigen blinden Werte wurden 5 g jeder Probe zusammen mit 50 ccm Nährlösung nach Zusatz von 200 ccm Wasser unmittelbar nach dem Zusammengeben der Bestandteile ebenfalls der Destillation mit Magnesiumoxyd unterworfen. Tabelle 8 enthält die sonstigen nötigen Angaben sowie die Ergebnisse des Versuchs.

Wie die Nitrifikation so wird also auch die Ammonisation organisch gebundenen Stickstoffs, wie u. a. ebenso Ritter[1]) fand, durch Kalkung der Moorböden begünstigt; eine Tatsache, die übrigens auch anläßlich vergleichender Untersuchungen über die mikrobiologische Kraft unkultivierter und kultivierter Hochmoorflächen von mir festgestellt wurde[2]).

Für den Nitrifikations-Hauptversuch wurden wiederum im wesentlichen die gleichen Versuchsbedingungen wie bei den oben beschriebenen eingehalten; statt der Zugabe von Ammonsalzen erfolgte jedoch Zusatz von feinst gemahlenem Hornmehl, und zwar erhielten je 20 g Boden 1 g dieses Stoffes

---

[1]) Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 34. 1912. S. 627 u. 631/32.

[2]) Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 45. 1916. S. 351 und Mitt. d. Ver. z. Förd. d. Moork. i. Deutschen Reich. Bd. 35. 1917. H. 11/12.

Tabelle 7.

Nitrifikationsversuch mit Ammonnitrat.

Boden	Zugegeben wurde		Versuchsdauer u. Temperatur	Am Schluß des Versuchs wurde gefunden						Aus Am niakstic stoff g bildete Salpete sticksto
	Amm.-nitrat	$CaCO_3$ g		Ammoniakstickstoff		Salpeterstickstoff				
					i. M.		blinder Wert d. Bodens	vermindert um den bl. Wert	i. M.	
				mg						
Moostorf Probe 3; 70 g, 85% H_2O.	0,2 g NH_4NO_3 = 34,9 mg Ammoniakstickstoff 34,9 „ Salpeterstickstoff	—	6 Wochen; 17—22°	34.4	34.3	33,7		33,7	33,8	—
				34,4		33,8		33.8		
				34,2		33,8		33,8		
		0,25		34,0	34.0	34,6		34,6	34,7	—
				34,1		34,8		34,8		
				34,0		34,7		34,7		
		0,5		32,2	32,2	34,8		34,8	34,9	—
				32,3		34.8		34,8		
				32,2		35,0		35,0		
		1,0		2,7	2,8	58.8		58,8	59,5	24,6
				2,9		60.1		60,1		
				2.9		59,7		59,7		
		2,5		0,1	0,1	62,4		62,4	63,7	28,8
				0,2		63,7		63,7		
				—		65,0		65,0		
Heidehumus Probe 1; 70 g, 75% H_2O.		—		34,8	34.4	33,6		33,6	34,2	—
				34,3		34,3		34,3		
				34,2		34,8		34,8		
		0,25		33,6	34,0	35,7		35,7	36,3	1,4
				33,6		36,6		36,6		
				34,8		36,6		34,8		
		0,5		34,3	33,9	36,1		36,1	36,4	1,5
				33,2		36,6		36,6		
				34,3		36,6		36,6		
				30,9		37,0		37,0		

---

¹) Sämtliche Bodenfiltrate waren frei von salpetriger Säure.

Tabelle 7. (Fortsetzung.)

Boden	zugegeben wurde		Versuchsdauer u. -Temperatur	Am Schluß des Versuchs wurde gefunden						Aus Ammoniakstickstoff gebildeter Salpeterstickstoff
	Amm.-nitrat	CaCO$_3$ g		Ammoniakstickstoff		Salpeterstickstoff				
					i. M.		blinder Wert d. Bodens	vermindert um den bl. Wert	i. M.	
				mg						
Heidehumus, Probe 1; 70 g, 75% H_2O		1,0		30,5	30,4	36,6		36,6	36,6	1,7
				29,7		36,1		36,1		
		2,5		0,5		65,5		65,5		
				0,2	0,3	63,3		63,3	65,1	30,2
				0,2		66,4		66,4		
Niederungsmoor, Probe 3; 70 g, 80% H_2O	0,2 g Ammonnitrat = {34,9 mg Ammoniakstickst. 34,9 „ Salpeterstickstoff	—	6 Wochen; 17—22°	30,5		45,4		33,3		
				31,7	31,0	46,8	12,1	34,7	34,3	—
				31,2		47,1		35,0		
		0,25		20,4		54,0		41,9		
				20,4	20,7	53,5	12,1	41,4	42,0	7,1
				20,9		54,9		42,8		
		0,5		16,5		57,4		45,4		
				16,7	16,3	57,4	12,0	45,4	45,7	10,8
				16,2		58,3		46,3		
		1,0		0,5		72,1		60,1		
				0,2	0,4	72,4	12,0	60,4	60,7	25,8
				0,5		73,5		61,5		

mit 69,1 mg Gesamtstickstoff. Die Mischung beider wurde gleichzeitig mit dem planmäßig zuzusetzenden kohlensaurem Kalk und der 1 g Ackererde betragenden Impfsubstanz vor dem Übertragen in die Erlenmeyerkolben in Porzellanschalen vorgenommen. Die Versuchstemperatur betrug 22°; die Dauer wurde für die Moostorfproben mit 6, für die Heidehumus- und Niederungsmoorböden mit 3 Wochen festgesetzt. Wie bei dem an erster Stelle dieses Abschnitts beschriebenen Versuch erfolgte die quantitative Bestimmung des Nitrit- und Nitratstickstoffs in aliquoten Teilen der Bodenauszüge durch Ermittelung des löslichen Gesamtstickstoffs einerseits und der Summe von löslichem organischen und Ammoniakstickstoff andererseits, da zur Zeit der Versuchsanstellung die Kupfer-Magnesiummethode von mir noch nicht ausgearbeitet war. Die erzielten Werte sind der folgenden Zusammenstellung zu entnehmen. (Tabelle 9.)

Die angeführten Zahlen lassen erkennen, daß die Versuchsergebnisse

Tabelle 8.

Boden (50 g fr.)	Zugegebene Menge von $CaCO_3$	Gefundener Amm.-stickstoff	blind Wert	Durch Mikrob. gebildet. Ammoniakstickstoff	Boden (50 g fr.)	Zugegebene Menge von $CaCO_3$	Gefundener Amm.-stickstoff	blind. Wert	Durch Mikrob. gebildet. Ammoniakstickstoff	Boden (50 g fr.)	Zugegebene Menge von $CaCO_3$	Gefundener Amm.-stickstoff	blind. Wert	Durch Mikrob. gebildet. Ammoniakstickstoff
	g	mg				g	mg				g	mg		
Moostorf, Probe 1.	—	5,8	1,2	4,6	Heidehumus, Probe 1.	—	2,6	2,0	0,6	Niederungsmoor, Probe 4.	—	41,5	2,9	38,6
		5,4		4,2			2,9		0,9			42,7		39,8
		6,1		4,9			2,6		0,6			40,9		38,0
	1,0	30,7	0,9	29,8		1,0	33,1	1,7	31,4		1,0	50,8	2,3	48,5
		29,9		29,0			33,5		31,8			50,2		47,9
		28,2		27,3			33,7		32,0			50,2		47,9
	2,0	27,6	0,7	26,9		2,0	42,7	1,7	41,0		2,0	49,6	2,2	47,4
		29,3		28,6			44,4		42,7			50,4		48,2
		29,6		28,9			43,3		41,6			50,8		48,6
	3,0	30,6	0,9	29,7		3,0	45,0	1,2	43,8		3,0	49,1	1,5	47,6
		29,0		28,1			44,0		42,8			50,9		49,4
		29,9		29,0			43,0		41,8			50,8		49,3

Tabelle 9.

Nitrifikationsversuch mit Hornmehl.

Boden	Zugegeben wurde		Versuchsdauer u. -Temperatur	Am Schluß des Versuchs wurde gefunden						Durch Nitrifikation entstand. Salpeterstickst.[1]	
	Hornmehl	$CaCO_3$ g		Ammoniakstickstoff	i. M.	Löslich. organ. + Amm.-stickst.	Löslich. Gesamtstickstoff	Salpeterstickstoff	blinder Wert		i. M.
				mg						mg	
Moostorf, Probe 1; 70 g, 85% H_2O.	1 g = 69,1 mg N	—	6 Wochen; 22°.	4,5	4,5				—	Sp.	Sp.
				4,4						Sp.	
				4,6						Sp.	
		0,25		3,5	3,6				—	Sp.	Sp. !
				3,7						Sp. !	
				3,7						Sp. !	
		0,5		Sp.	Sp.	1,4	17,7	16,3	—	16,3	17,1
				Sp.		1,6	19,2	17,6		17,6	
				Sp.		1,6	19,0	17,4		17,4	
		1,0		Sp.	Sp.	1,6	16,2	14,6	—	14,6	15,3
				Sp.		1,4	17,7	16,3		16,3	
				Sp.		1,6	16,6	15,0		15,0	
		2,5		—	—	0,9	14,9	14,0	—	14,0	13,3
				—		1,2	14,1	12,9		12,9	
				—		1,2	14,2	13,0		13,0	
Heidehumus, Probe 1; 70 g, 75% H_2O.		—	3 Wochen; 22°.	3,2	3,1				—	Sp.	Sp.
				2,9						Sp.	
				3,1						Sp.	
		0,25		1,4	1,5	4,0	4,7	0,7	—	0,7	1,1
				1,5		3,8	4,6	0,8		0,8	
				1,6		3,8	5,5	1,7		1,7	
		0,5		0,5	0,4	7,2	8,4	1,2	—	1,2	1,5
				0,6		6,8	8,1	1,3		1,3	
				Sp.		6,6	8,5	1,9		1,9	
				1,5		5,7	12,1	6,4		6,4	

---

[1] Sämtliche Bodenfiltrate waren frei von salpetriger Säure.

Tabelle 9. (Fortsetzung.)

Boden	Zugegeben wurde		Versuchsdauer u. Temperatur	Am Schluß des Versuchs wurde gefunden:						Durch Nitrifikation entstand. Salpeterstickst.	
	Hornmehl	CaCO$_3$ g		Ammoniakstickstoff mg	i. M. mg	Löslich. organ. + Amm.-stickst. mg	Löslich. Gesamtstickstoff mg	Salpeterstickstoff mg	blinder Wert	mg	i. M. mg
Heidehumus, Probe 1; 70 g, 75°/₀ H_2O.	1 g = 69,1 mg N	1,0	3 Wochen; 22°.	0,5	0,9	3,5	11,8	8,3	—	8,3	7,6
				0,7		4,2	12,2	8,0		8,0	
		2,5		Sp.	Sp.	1,4	12,7	11,3	—	11,3	11,0
				Sp.		1,5	12,3	10,8		10,8	
				Sp.		1,5	12,5	11,0		11,0	
Niederungsmoor, Probe 4; 70 g, 77% H_2O.		—		Sp.	Sp.	1,6	14,7	13,1	4,6	8.5	10,0
				Sp.		1,6	17,7	16,1		11,5	
				Sp.		1,6	16,2	14,6		10,0	
		0,5		Sp.	Sp.	1,6	20,9	19,3	5,6	13,7	13,6
				Sp.		1,3	20,6	19,3		13,7	
				Sp.		1,5	20,6	19,1		13,5	
		1,0		Sp.	Sp.	2,4	19,7	17,3	5,4	11,9	13,7
				Sp.		1,8	21,8	20,0		14,6	
				Sp.		2,1	21,2	19,9		14,5	
		2,0		Sp.	Sp.	3,9	24,6	20,7	5,1	15,6	14,4
				Sp.		5,2	22,4	17,2		12,1	
				Sp.		3,8	24,3	20,5		15,4	

in ihren Hauptzügen von den früher erörterten nicht abweichen; nur insofern liegt ein — jedoch nicht grundsätzlicher Unterschied — vor, als im vorliegenden Falle auch im ungekalkten Niederungsmoorboden deutliche Salpeterbildung eingetreten ist. Diese Tatsache findet aber ihre einfache Erklärung darin, daß die angewandte Probe im Gegensatz zu der früher benutzten keine freien Bodensäuren enthielt. —

Die im vorhergehenden besprochenen Nitrifikationsversuche berechtigen meines Erachtens zu den folgenden, zusammenfassenden Behauptungen:

In rohen, ungekalkten Moorböden von saurem Charakter findet unter den für die Laboratoriumsversuche gewählten Versuchsbedingungen keine Nitrifikation zugefügter oder im Boden selbst durch Ammonisierung organischer Stickstoffverbindungen entstandener Ammoniaksalze statt, gleichgültig ob Hoch- oder Niederungsmoorböden vorliegen.

Auch schwache Kalkung, die wohl zur Abstumpfung, nicht aber zur Neutralisierung der Bodensäuren führt, verleiht den Moorböden keine nitrifizierende Kraft.

Neutralisation der Säuren durch Zugabe basischer Stoffe dagegen hat, gute Durchlüftungsverhältnisse vorausgesetzt, eine Veränderung des Bodenklimas zugunsten lebhafter Betätigung nitrifizierender Bakterien zur Folge.

Eine weitere Verstärkung der Kalkung hemmt zwar die Nitrifikationsvorgänge nicht; der Endsalpetergehalt der Böden aber wird — wohl infolge vermehrter Ammon- und Nitratassimilation und Nitratreduktion durch erhöhte Mikrobentätigkeit — in manchen Fällen niedriger wie bei schwächerer, zur Neutralisierung der Bodensäuren aber ausreichender Kalkdüngung gefunden.

In Niederungsmoorböden neutraler Reaktion bedarf es zur Einleitung der Salpeterbildung keiner Kalkung.

Die Behauptung Ritters von der unter Umständen ungünstigen Beeinflussung der Nitrifikation durch Abstumpfung oder Neutralisation der Bodenazidität ist ein auf unrichtiger Versuchsauslegung beruhender Irrtum.

Daß auch im Freilande starke Kalkung des Hochmoorbodens die Lebensfähigkeit der Nitrifikationserreger wesentlich steigert, wird im letzten Teile dieser Abhandlung dargelegt werden.

2. Teil.

Die Angaben Gullys über Nitrifikation in Moorböden.

In den einleitenden Sätzen der vorliegenden Arbeit erwähnte ich, daß Gully bei Gelegenheit seiner Untersuchungen über „das Nitritzerstörungs- und Nitritbildungsvermögen der Moorböden“[1]) außer der Entstehungsmöglichkeit von salpetrigsauren Salzen durch Reduktion von Nitraten auch die entgegengesetzte Bildungsweise von Nitriten durch Oxydation von Ammoniaksalzen, d. h. die sich in Moorböden abspielenden Nitrifikationsvorgänge bespricht. Seine sich hierauf beziehenden Forschungen veröffentlichte Gully in dem ersten, den Laboratoriumsversuchen gewidmeten Hauptteil der genannten Abhandlung und zwar in dem „Die Überführung von Nitrat- und Ammoniakstickstoff zu Nitritstickstoff durch Sphagnen und Moorböden in der Kälte“ überschriebenen Abschnitt. Nur seine Angaben über die an dieser Stelle allein interessierende Umwandlung von Ammoniaksalzen zu salpetrigsauren und salpetersauren Salzen seien im folgenden näher erörtert.

---

[1]) Landw. Jahrb. f. Bayern. Bd. 6. 1916. S. 1.

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

Durch zwei verschiedene Versuchsreihen, deren erste unter Benutzung von Ammonnitrat angestellt wurde, während für die zweite schwefelsaures Ammoniak zur Anwendung kam, suchte Gully Klarheit über die vorliegende Frage zu schaffen. Die Art der Versuchsanordnung war in beiden Fällen im wesentlichen die gleiche: 25 ccm der Ammonsalzlösung, dessen Menge so bemessen war, daß 1,842 mg Gesamt- bzw. Ammoniakstickstoff (entsprechend 5 mg N_2O_3) oder auch 46,05 mg Gesamtstickstoff (= 125 mg N_2O_3) vorlagen, wurden in Kolben, die einen halben Liter faßten, eingemessen und hierauf je nach dem Versuchsplan die vorgesehene Menge basischer Substanz, 0,69 g Kaliumcarbonat oder 0,5 g kohlensaurer Kalk, und sodann 5 g der Sphagnum- bzw. Moorbodenproben zugegeben, die zum Teil in lufttrockenem Zustande, zum Teil nach 24stündigem Trocknen bei 110° benutzt wurden; bei einer Reihe von Versuchen fiel der Zusatz von kohlensaurem Kalium oder Calcium fort. Unter öfterem Umschütteln blieb das Reaktionsgemisch bei Zimmertemperatur 6—144 Stunden stehen. Nach Ablauf der Versuchsdauer wurde auf einen halben Liter aufgefüllt und die Flüssigkeit abfiltriert. In den durch Zugabe von Aluminiumsulfat, Bariumcarbonat und Ammoniak gereinigten Filtraten erfolgte die Bestimmung der salpetrigen Säure auf kolorimetrischem Wege mittelst Naphtylamin-Sulfanilsäure.

Beobachtung der Abhängigkeit der in Moorböden stattfindenden, etwa zur Bildung und Anhäufung von salpetrigsauren Salzen führenden biologischen Ammoniakoxydation von der Bodenart, — Gully wandte neben lebenden Sphagnen und rohem Sphagnumtorf auch kultivierten gekalkten und ungekalkten Hochmoorboden sowie drei verschiedene Proben von kultivierten Niederungsmooren an — von der Zugabe basischer Stoffe, von der Art des benutzten, als Ausgangspunkt der Nitrifikation dienenden Ammoniaksalzes und schließlich von vorhergehender Trocknung des Bodens bei 110° ist demnach der Zweck der Gullyschen Versuche. Die Ergebnisse seiner Untersuchungen legt der Autor in den folgenden, hier aus Zweckmäßigkeitsgründen mit Nummern versehenen Sätzen fest:

1. Die Tätigkeit der Nitrifikationsbakterien erleidet beim 24stündigen Erhitzen auf 110° eine starke Einbuße, die Bakterien werden aber durch den Trocknungsprozeß nicht oder unvollständig zum Absterben gebracht.

2. Sind — wie beim Ammonnitrat — beide Stickstofformen zugegen, so wird der Salpeterstickstoff biologisch nach der gleichen Richtung und in annähernd demselben Intensitätsgrad wie Natriumnitrat abgebaut, während der Ammoniakstickstoff keiner nachweisbaren Zersetzung unterliegt.

3. Sphagnen, Sphagnumtorf, ungekalktes und stark gekalktes Hochmoor oxydieren innerhalb 6 Tagen kein Ammonsulfat, bieten sonach den Nitrifikationsbakterien keine zusagenden Lebensbedingungen bzw. Entwicklungsmöglichkeiten. Günstigere Standortsverhältnisse bzw. ein geeigneteres Tätigkeitsfeld finden diese bei den besser zersetzten Wiesenmooren.

4. Aber selbst die mikrobiell tätigsten Moorböden wandeln bestenfalls 1/4 bis 1/3 des Ammoniak-

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

stickstoffs in salpetrige Säure um, dann stagniert die Nitrifikation, Denitrifikationsprozesse gewinnen die Oberhand und zerlegen wieder das entstandene Nitrit völlig.

5. Die Nitrifikation des Ammoniakstickstoffs durch Moorböden ist stets unvollkommen. Sie führt nicht zum Endprodukt der Salpetersäure, sondern zum Zwischenprodukt, dem Nitrit....

6. Da bei dem stark gekalkten Hochmoor- nnd den Wiesenmoorböden die Stickstoffernährung der Kulturgewächse nur zum kleinsten Teil in Nitratform erfolgen kann, so müssen den Pflanzen in diesen Böden noch andere Stickstoffquellen offenstehen, wobei nicht nur Ammoniak- sondern auch organische Stickstoffverbindungen die Hauptrolle spielen dürften.

Zunächst die erste der Behauptungen Gullys. Wie bekannt gehören die Nitritbakterien ebenso wie die Vertreter der physiologischen Gattung Nitrobacter zu den Mikroben, die sowohl gegen Austrocknen wie gegen den Einfluß erhöhter Temperatur besonders empfindlich sind. Die Wirkung der ersten der beiden genannten Faktoren aber muß bei der Gullyschen Vorbereitungsart aller Versuchsböden in Erscheinung treten. „Daß getrocknete, gepulverte Erdproben keine Nitrifikation geben, habe ich mich mehrmals überzeugen können: die spezifischen Erreger sind nämlich gegen das Austrocknen wenig widerstandsfähig“ berichtet Winogradsky[1]), wie auch schon Schlösing und Müntz[2]) den nachteiligen Einfluß des Austrocknens von Böden auf die Salpeterbildung festgestellt hatten. Spätere Untersuchungen von Wimmer[3]) und Beddies[4]), ebenso wie von Lemmermann, Fischer, Kappen und Blank[5]) ergaben zwar, daß nicht in allen Fällen mit dem Austrocknen von Bodenproben stets auch völliger Verlust der Nitrifikationskraft verbunden sein muß, daß vielmehr Nitrit- wie Nitratbildner auch in fast ganz ausgetrockneter Erde ihre wenn auch stark herabgesetzte Wirksamkeit lange Zeit hindurch beibehalten. Jedenfalls aber muß mit Rücksicht auf die genannten Versuchsergebnisse als erwiesen gelten, daß die Anwendung an der Luft eingetrockneter Bodenproben, wie sie von Gully erfolgte, für das Studium der Nitrifikation wenig geeignet ist. Sehr unwahrscheinlich mußte weiter von vornherein seine Behauptung erscheinen, daß Moorböden, in kleinen Mengen 24 Stunden auf 110° erhitzt, noch irgendwelche nitrifizierende Fähigkeit besitzen sollen. Bei ihren klassischen Versuchen über das Wesen der Salpeterbildung fanden bekanntlich Schlösing und Müntz[6]), daß Erhitzen von Böden auf 100° ihr Nitratbildungsvermögen dauernd aufhebt; Plath[7]) bewies die gleiche Tatsache schon für 70°; sogar eine 40° nur wenig überschreitende Temperatur tötet nach Löhnis[8]) die bisher allein bekannten

---

[1]) In Lafar's Handb. d. techn. Mykol. Bd. 3. S. 147.

[2]) Compt. rend. T. 89. 1879. S. 893.

[3]) Zeitschr. f. Hyg. Bd. 48. 1904. S. 170.

[4]) Chem. Zeitg. Bd. 23. 1899. S. 645.

[5]) Landw. Jahrb. Bd. 38. 1909. S. 337.

[6]) Compt. rend. T. 84. 1877. p. 301 u. T. 85. p. 1018.

[7]) Landw. Jahrb. Bd. 17. 1888. S. 729.

[8]) Vorl. über landw. Bakt. 1913. S. 359.

Salpeterbildner; übereinstimmend hiermit hatten schon Boullanger und Massol[1]) die Tötungstemperatur für Nitrosobakterien zu 45°, für die Nitratbildner zu 55° bei einer Einwirkungsdauer von 5 Minuten ermittelt. Da bisher kein Grund zu der Annahme vorliegt, daß die in Moorböden Nitrifikation bewirkenden Mikroben von denen der Gattungen Nitrosomonas und Nitrobacter verschieden wären, so müßte, sollte anders die Behauptung Gullys den Tatsachen entsprechen, auf einen lebenerhaltenden Einfluß der Moorsubstanz auf die Zellen der genannten Mikroorganismen geschlossen werden. So außerordentlich unwahrscheinlich eine solche Annahme auch erschien, der Bestimmtheit der Gullyschen Angaben gegenüber mußte meines Erachtens eine Nachprüfung angezeigt erscheinen.

9. Versuch. Je eine Moostorf-, Heidehumus- und Niederungsmoorprobe, und zwar die gelegentlich des 4. Versuches weiter oben genannten, die 6 Monate vor ihrer Verwendung neben 1 g Gartenerde als Impfsubstanz eine Gabe von 2 g kohlensaurem Kalk auf 50 g frischen Boden erhalten hatten, und die in elektiver Nährlösung lebhafte Nitrifikation hervorriefen, kamen für diesen Zweck zur Anwendung. Um jede ungewollte Infektion unmöglich zu machen, wurden die 5 g betragenden Erdproben nicht, wie Gully es tat, in flachen Schalen ausgebreitet, sondern in mit Wattebausch verschlossenen Reagenzgläsern während einer Dauer von ½, 3 und 12 Stunden der Einwirkung einer Erhitzung auf 110° ausgesetzt. Unter sterilen Bedingungen erfolgte sodann zwecks Ermittelung des Vorhandenseins etwa noch lebender Nitrifikanten die Übertragung der Proben in 50 ccm in der üblichen Weise sterilisierter Ammoniak-Nährlösung von der oben erwähnten Zusammensetzung. Mit nicht erhitzten Bodenproben beimpfte Nährflüssigkeiten dienten als Kontrollversuche; die Versuchstemperatur betrug 28°.

Eine nach 5 Tagen vorgenommene Prüfung einiger Tropfen jeder Nährlösung zeigte ein Ergebnis, das — allerdings nur bei oberflächlicher Bewertnng — die Gullysche Behauptung von der Zählebigkeit der Moor-Nitrifikanten zu bestätigen schien; neben den mit nicht erhitzten Böden beimpften Nährlösungen, die natürlicherweise starke Nitritreaktionen gaben, fanden sich nämlich auch in den mit erhitztem Heidehumus und Niederungsmoor geimpften mehr oder minder schwache, jedenfalls aber noch deutliche Spuren von salpetriger Säure vor. Diesem an sich, wie gesagt, zunächst überraschenden Befund stehen jedoch die Ergebnisse der quantitativen Untersuchung der Filtrate gegenüber, die nach 3-wöchiger Aufbewahrung erhalten wurden und in der folgenden Tabelle zusammengestellt sind. (Tabelle 10.)

In den mit natürlichen Bodenproben beimpften Nährlösungen hat, wie ersichtlich, fast restlose Nitrifikation des zugefügten Ammonsalzes stattgefunden; der Gehalt der Lösungen an Ammoniakstickstoff aber, die mit erhitzten Moorerden infiziert wurden, ist während der Versuchsdauer etwa der gleiche geblieben; die für Nitrit- + Nitratstickstoff gefundenen Werte schließlich bleiben hinter dem Salpetergehalt der als Impfsubstanz benutzten Bodenmenge (5 g fr.) deutlich zurück. In keinem Fall ist demnach durch die quantitative Analyse eine Überführung von Ammoniakstickstoff in den Stickstoff von Nitriten oder Nitraten festzustellen.

Weist diese Tatsache schon darauf hin, daß zum mindesten ein außerordentlich starke Beeinträchtigung der Nitratbildner auch schon durch nur halbstündiges Erhitzen der Böden stattgefunden hat, so besteht immerhin

---

[1]) Ann. de l'Instit. Pasteur. T. 17. 1903. S. 492.

Tabelle 10.

Boden	Dauer der Erhitzung	Am Schluß des Versuchs vorhandener Ammoniakstickstoff	Am Schluß des Versuchs vorhandener Nitrit- + Nitratstickstoff	Gehalt der Impfsubstanz an Salpeterstickstoff	Zunahme von Nitrit- + Nitratstickstoff
	Stunden	mg			
Moostorf, Probe 1.	—	0,1	7,9	—	7,9
	½	7,9	—		—
	3	7,9	—		—
	12	8,1	—		—
Heidehumus Probe 2.	—	0,1	8,1	0,4	7,7
	½	7,9	0,1		—
	3	8,1	0,1		—
	12	7,9	0,1		—
Niederungsmoor, Probe 1.	—	0,1	9,3	0,9	8,4
	½	8,1	0,6		—
	3	8,2	0,7		—
	12	8,0	0,7		—
Kontrollversuch	—	8,1	—		—
	—	8,1	—		—

noch die Möglichkeit, daß — bei gleichzeitigem Verbrauch von Salpeter durch Assimilation — die oben erwähnten Spuren von salpetriger Säure in den erhitzten Proben doch durch noch lebensfähige nitrifizierende Mikroben entstanden sind, sich aber ihrer geringen Menge wegen der quantitativen Bestimmung entziehen. Daß eine derartige Vermutung aber nicht das Richtige treffen würde, ergibt sich aus der einfachen Tatsache, daß erneute Übertragung je eines Tropfen aus den verschiedenen, beimpften Gefäßen in frische Ammoniaknährlösung ausschließlich dann Nitrifikationserscheinungen hervorrief, wenn das Impfmaterial einer mit nicht erhitztem Boden infizierten Nährflüssigkeit entstammte. Der lückenlose Beweis, daß auch nur ½stündiges Erhitzen der Moorböden auf 110° die Nitrit- und Nitratbildner abtötet, ist damit erbracht. Es wäre auch merkwürdig, wenn die Nitrifikanten Gullys eine so weit über das Normale hinausgehende Widerstandsfähigkeit besäßen, wie etwa seine nitratreduzierenden Mikroben[1]), die sich noch im siedenden Wasser betätigen sollen, während doch schon eine Temperatur von etwa 80° genügt, um das Protoplasma der in vegetativem Zustande befindlichen, nicht als Dauerformen vorhandenen Zellen selbst thermophiler Mikrobenarten zum Gerinnen zu bringen und dadurch jede Lebensbetätigung zu unterbinden.

---

[1]) Landw. Jahrb. f. Bayern. Bd. 6. 1916. S. 24/25.

Nach Lage der Sache blieb eine Aufklärung über das Auftreten von salpetriger Säure in einigen der mit erhitzten Moorproben beimpften Ammoniaknährlösungen erwünscht. In Verbindung mit dem Befund, daß die zur Impfung benutzten Heidehumus- und Niederungsmoorproben salpeterhaltig waren, und daß die erwähnten Spuren von Nitriten in den mit salpeterfreiem Moostorf beimpften Flüssigkeiten ausblieben, wurde der Nachweis über die Entstehungsweise dieser geringen Mengen von salpetrigsauren Salzen dadurch erbracht, daß sie auch dann gefunden wurden, wenn die genannten Böden in eine Nährlösung geimpft wurden, die sich in ihrer Zusammensetzung von der für Nitroso- und Nitrobakterien bestimmten ausschließlich durch das Fehlen des Ammonsulfates unterschied. Nicht der Oxydation von Ammoniak sondern der Reduktion der Nitrate der Impfsubstanz sind demnach die erwähnten Spuren von salpetriger Säure zuzuschreiben.

Nach den vorhergehenden Erörterungen dürfte es als erwiesen gelten, daß die erste der Gullyschen Behauptungen nicht den Tatsachen entspricht; aber auch seine unter den Nummern 2—5 zusammengefaßten Angaben können meines Erachtens in der Allgemeinheit, mit der sie ausgesprochen werden, keinen Anspruch auf Richtigkeit erheben; vielmehr hätte der Bereich ihrer Gültigkeit durch den Zusatz: „unter den gewählten Versuchsbedingungen“ stark beschränkt werden müssen. Ob diese Versuchsbedingungen aber der Absicht Gullys, die Möglichkeit der Nitritbildung durch biologische Oxydation von Ammonsalzen im Laboratoriumsversuch zu prüfen, gemäß zweckentsprechend gewählt wurden, soll im folgenden nur ganz kurz besprochen werden.

Drei Punkte sind es, die mir in dieser Hinsicht bemerkenswert erscheinen: die Anwendung an der Luft getrockneter Bodenproben für Nitrifikationszwecke, die Zugabe größerer Mengen von kohlensaurem Kalium zu den Böden und schließlich die durch die Gullysche Versuchsanordnung gegebenen Durchlüftungsbedingungen.

Über den ersten Punkt habe ich mich schon weiter oben kurz ausgelassen und bin zu dem Schluß gekommen, daß infolge der erwiesenen geringen Widerstandskraft der Nitrit- und Nitratbildner gegen Austrocknen lufttrockene Erden wegen ihres zum mindesten sehr geschwächten, wenn nicht völlig aufgehobenen Nitrifikationsvermögens für Versuche über Salpeterbildung ungeeignet sind. Betreffs des zweiten ist folgendes zu bemerken: von den zu Gullys Untersuchungen verwandten Böden besitzt der Sphagnumtorf die höchste Azidität. Unter Zugrundelegung des von dem Autor ermittelten Wertes von 1,87 Proz. CO_2, berechnet auf den trocken gedachten Sphagnumtorf, ergibt sich für 5 g Trockensubstanz ein Aziditätswert von 0,0935 g CO_2. Schon 0,2932 g kohlensaures Kalium würden demnach zur Neutralisation des Moostorfs ausreichen. Da Gully jedoch 0,69 g Kaliumcarbonat dem Boden zufügt, so bleibt ein unverbrauchter Rest von 0,3968 g, was bei Verwendung von 25 ccm Wasser einer Konzentration von 1,59 Proz. gleichkäme. Selbstverständlich ergibt sich für die schwächer sauren Böden ein noch höherer Gehalt der Lösungen an kohlensaurem Kalium. Daß Gully lufttrockene Bodenproben anwendet, ändert an diesen Verhältnissen nichts Wesentliches: das Gesamtvolumen der vorhandenen Flüssigkeit wird dadurch ebenso wie der Wert des überschüssigen Kaliumcarbonats um einen kleinen Betrag erhöht. Sehr viele Bakterienarten aber werden schon durch Alkalicarbonatlösungen bedeutend niedrigerer Konzentration in ihrer Tätigkeit gehemmt oder auch überhaupt abgetötet. Bokorny[1]) gibt als von vielen Mikroben noch vertragenen Gehalt an Soda 0,5 Proz. an, „Typhusbazillen vertragen 0,8 Proz. nicht mehr, Cholerabazillen sterben bei 1 Proz“. Im besonderen hat Lipmann[2]) gefunden, daß schon Zugabe von 0,025 Proz. Natriumcarbonat zum Boden die Nitrifikation merklich hemmt. Daß unter diesen Umständen die von Gully angewandte Menge des noch stärker basisch wirkenden Kaliumcarbonates die Mikrobentätigkeit nahezu völlig stillegt, war zu erwarten.

Als dritte und wesentlichste der genannten ungeeigneten Versuchsbedingungen, die meines Erachtens für die von anderen Forschungen abweichenden Ergebnisse der Gullyschen Nitrifikationsversuche mit Moorböden verantwortlich zu machen ist, tritt die bei seinen Untersuchungen herrschende mangelhafte Durchlüftung der Böden bzw. Bodenaufschwemmungen hinzu. Es ist für jeden mit der Bodenbakteriologie Vertrauten eine altbekannte Tatsache, daß das Maß des Sauerstoffzutrittes zu dem Medium, in dem sich mikrobielle Vorgänge abspielen, neben anderen physikalischen Faktoren, wie vor allem der Temperatur, und neben den herrschenden chemischen Verhältnissen, der Art und Menge der vorhandenen Nährstoffe und der Reaktion, von dem allergrößten Einfluß auf das Wesen der biologischen Umsetzungen ist, die überhaupt zustande kommen, und auf die Stärke und Geschwindigkeit, die sie erreichen. Es erübrigt sich, auf diese längst geklärten Fragen einzugehen; nur das sei gesagt, daß, — soll aus der Unzahl der im Boden vor sich gehenden mikrobiellen Prozesse ein bestimmter herausgesucht, in seiner Abhängigkeit von den im Laboratoriumsversuch gegebenen Bedingungen geprüft und durch die chemischen Leistungen gemessen werden —, zum mindesten die maßgebliche Grundlage dieser Bedingungen auch den physiologischen Bedürfnissen der in Betracht kommenden Mikroorganismen entsprechend gewählt werden muß. Sache des Versuchsanstellers ist es hierbei, soweit angängig, unter Berücksichtigung der im Freilande herrschenden Verhältnisse für die Möglickeit zu sorgen, die Versuchsergebnisse für die Praxis verwerten zu können.

Wie kaum eine andere mikrobielle Umsetzung ist nun aber die Nitrifikation natürlich an das Vorhandensein von genügend Sauerstoff gebunden. Sinkt der Luftzutritt unter ein gewisses Maß, so kann bekanntlich, wenn die sonst nötigen Bedingungen gegeben sind, statt der Oxydation von Ammoniak zu Salpetersäure die durchaus vom beschränkten Luftzutritt abhängige Denitrifikation von Nitraten unter Entbindung freien Stickstoffs treten; auch der von der Sauerstoffspannung weit weniger beeinflußten Reduktion salpetersaurer Salze wird dann wegen der Unmöglichkeit der Betätigung nitrifizierender Bakterien nicht mehr das Gleichgewicht gehalten werden können. Es fragt sich nun, ob bei den Gullyschen Versuchen über Nitritbildung aus Ammoniaksalzen die genannte erste Vorbedingung jeder Nitrifikation, die genügende Zufuhr von Sauerstoff, eingehalten ist. Der Autor gibt zu 25 ccm Lösung des Ammonsalzes 5 g „lufttrocken gemachte“ Proben von Sphagnen, Hoch- und Niederungsmoorboden. Sieht man von der in den lufttrockenen Proben noch vorhandenen Feuchtigkeit ab, — eine Annahme, die zur Errechnung eines zu niedrigen Wassergehaltes führt, — so berechnet sich für alle Proben ein gleichmäßiger Feuchtigkeitsgehalt von 83,33 Proz. Wenn ein solcher Gehalt an Bodenwasser zum Zwecke von Nitrifikationsversuchen für erst mäßig zersetzten Sphagnumtorf auch angängig erscheint, so ist er doch für schon gut zersetzten, kultivierten Hochmoorboden ebenso wie für die Niederungsmoore mit ihrer geringeren Wasserfassungskraft entschieden zu hoch gewählt. Dazu kommt als weiterer nitrifikationshemmender Umstand noch der hinzu, daß der ausgetrocknete Moorboden seiner Wiederbenetzung mit Wasser bekanntlich erheblichen Widerstand entgegensetzt, der es fraglich erscheinen läßt, ob in der von Gully festgesetzten Versuchsdauer (zum Teil nur 6 Stunden) eine völlige Wiederaufquellung der Böden stattgefunden hat. Ist das nicht der Fall, so würde eine Mischung von 5 g lufttrockenem Boden und 25 ccm Wasser mehr den Charakter einer Bodenaufschwemmung wie den eines, wenn auch sehr wasserreichen Bodens annehmen.

---

[1]) Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 37. 1913. S. 210.

[2]) Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 33. 1912. S. 305.

Ich habe zur Nachprüfung der Verhältnisse je 5 g von drei Moorbodenproben, von denen die eine einen erst sehr mäßig zersetzten Moostorf, die zweite einen ebenfalls in schlechtem Zersetzungszustande befindlichen Heidehumus, die dritte ein erst wenig gut vererdetes Niederungsmoor darstellte, nach 8wöchiger Lagerung an der Luft mit 25 ccm Wasser befeuchtet und diese Mischung auf ihre Konsistenz hin untersucht. Unter Berücksichtigung der in den lufttrockenen, völlig staubig anzufühlenden Proben noch gebliebenen Wassers — bei dem Moostorf 14,1, dem Heidehumus 11,8, dem Niederungsmoor 13,0 Proz. — ergab sich ein Feuchtigkeitsgehalt der Mischungen von 85,7, 85,3 und 85,5 Proz. Diesen Werten entsprach die Konsistenz der Proben. Der Moostorf hatte nach einiger Zeit die zugefügte Flüssigkeit völlig aufgenommen und einen Zustand erreicht, der vielleicht noch Nitrifikationsvorgänge ermöglicht hätte; der Heidehumus dagegen und in noch höherem Grade die Niederungsmoorprobe waren außer Stande, die angegebene Menge Wasser aufzunehmen; diese Mischungen stellten auch nach mehreren Tagen nicht mehr wasserreiche Böden, sondern wässerige Bodenaufschwemmungen dar, deren physikalische Beschaffenheit auch unter sonst günstigen Verhältnissen das Zustandekommen einer Nitrifikation wegen mangelhafter Durchlüftung von vornherein ganz aussichtslos erscheinen ließ. Auf den Unterschied zwischen derartigen Bodenaufschwemmungen und mit wenig Boden beimpften Nährlösungen betreffs ihrer Eignung für Nitrifikationszwecke braucht an dieser Stelle wohl nicht hingewiesen zu werden. Sollten bei den Versuchen Gyllys auch nur annähernd so ungünstige Verhältnisse wie bei den oben beschriebenen vorgelegen haben, woran wohl wegen der sicherlich weiter fortgeschrittenen Zersetzung und der damit verbundenen, im Vergleich zu schlecht zersetzten Böden geringeren Wasserkapazität der von ihm benutzten, in Kultur befindlichen Moorböden nicht zu zweifeln ist, so kann der Ausfall seiner Untersuchungen nicht verwunderlich erscheinen.

Zunächst die an zweiter Stelle vorgebrachte Angabe Gullys, daß bei gleichzeitigem Vorhandensein von Ammoniak- und Salpeterstickstoff in Moorböden, wie es z. B. bei Zugabe von Ammonnitrat der Fall ist, die letztgenannte Stickstofform biologisch in gleichem Sinne wie Natriumnitrat umgewandelt wird, „während der Ammoniakstickstoff keiner nachweisbaren Zersetzung unterliegt“. Für die von Gully gewählten Versuchsbedingungen mag eine solche Behauptung Gültigkeit haben; in dieser ganz allgemeinen Fassung aber, die dem Moorboden die Fähigkeit, den Ammoniakstickstoff des salpetersauren Ammons im Laboratoriumsversuch zu nitrifizieren, glatt abspricht, ist sie zweifellos irreführend. Es soll durchaus nicht bestritten werden, daß ebenso wie Gully es im wesentlichen übereinstimmend mit meinen an anderem Orte[1]) veröffentlichten Versuchen über Nitratreduktion und Denitrifikation in Moorböden für Natriumnitrat festgestellt hat, unter sonst geeigneten Bedingungen auch der Salpeterstickstoff des Ammonitrates zersetzt wird; es mag auch richtig sein, daß der Ammoniakstickstoff der genannten Verbindung unter den gleichen Verhältnissen, keiner nachweisbaren Zersetzung, im vorliegenden Falle keiner biologischen Oxydation unterliegt. Daß aber unter anderen Versuchsbedingungen sehr wohl auch der Ammoniakstickstoff des salpetersauren Ammons nitrifiziert wird, daß also die Gullysche Behauptung in ihrer Allgemeinheit Unzutreffendes sagt, dafür erbringt die als 7. Versuch der vorliegenden Arbeit beschriebene Reihe von Untersuchungen über das Verhalten von Ammonnitrat in ungekalkten und gekalkten, gut durchlüfteten Hoch- und Niederungsmoorböden den schlüssigen Beweis. Sie zeigt aufs deutlichste, daß im Gegensatz zu Gullys Angabe, nach der auf ein von den Mineralböden abweichendes Verhalten der Moorböden gegenüber Ammonnitrat geschlossen werden könnte, auch in diesen Bodenarten sehr wohl die Umwandlung des Ammoniakstickstoffs von salpetersaurem Ammoniak in Nitrit- und Nitratstickstoff durch biologische Oxydation stattfinden kann, vorausgesetzt nur, daß die physikalisch-chemischen Eigenschaften der Versuchsböden die Tätigkeit nitrifizierender Mikroben überhaupt zulassen. Ob freilich in dem einen oder anderen Falle Nitratreduktion oder Ammoniakoxydation im Laboratoriumsversuche die Oberhand gewinnen, ob also am Schlusse des Versuchs eine Ab- oder Zunahme von Salpeterstickstoff zu verzeichnen ist, hängt von den herrschenden Verhältnissen, vor allem von der Stärke der Luftzutrittes ab.

Bei dem erwähnten 7. Versuche unter Zugabe von salpetersaurem Ammoniak ist nur in den mit Calciumcarbonat versetzten Böden Salpeterbildung eingetreten; in den natürlichen Proben ohne Zusatz von kohlensaurem Kalk hat dagegen keine Ammoniakoxydation stattgefunden, ein Umstand, der sich aus dem sauren Charakter der angewandten Moorböden, auch des Niederungsmoores, erklärt. Wenn es nun für den Laboratoriumsversuche auch gleichgültig erscheint, ob das für die Nitrifikanten günstige Bodenklima erst durch Neutralisation der Humussäuren geschaffen wird oder in einem von Natur neutralen Niederungsmoor schon vorhanden ist, so habe ich doch, um einen etwa wegen Versuchsbedingungen, die den Verhältnissen im Freilande zu wenig angepaßt sind (Kalkung eines an sich kalkreichen Niederungsmoores), erhobenen Einwand zu entkräften, auch mit einer Niederungsmoorprobe neutraler Reaktion einige Untersuchungen angestellt.

10. Versuch. Zu 54,6 g der benutzten Probe von 48,7 Proz. Wassergehalt wurden 15,4 ccm Wasser gegeben, so daß 70 g Boden von 60 Proz. Feuchtigkeit entstanden; wegen des geringen Aufsaugungsvermögens des in sehr gutem Zersetzungszustande befindlichen, salpeterhaltigen Niederungsmoores mußte zwecks guter Durchlüftung der Wassergehalt derart niedrig gehalten werden. Als Ausgangsprodukt der Nitrifikation wurde einem Teile der Proben 0,2 g Ammonsulfat, einem anderen Teile 0,2 g Ammonnitrat zugefügt. Der Versuch wurde bei Zimmertemperatur durchgeführt, seine Dauer betrug 6 Wochen. Im übrigen entsprachen Anordnung und Verarbeitung den anläßlich des 7. Versuchs gemachten Angaben. Die Ergebnisse sind in Tabelle 11 enthalten.

---

[1]) Landw. Jahrb. Bd. 47. 1915. S. 371 u. Bd. 49. 1916. S. 191.

Tabelle 11.

Boden	Zugegeben wurde	Versuchsdauer und Temperatur	Am Schlusse des Versuchs gefundener			Blinder Wert des		Durch Nitrifikat. entstandener Salpeterstickstoff	
			Ammoniakstickstoff		Salpeterstickstoff	Moorbodens	salpetersauren Ammon.		
				i. M.					i. M.
			mg		mg	mg			
Niederungsmoor, Probe 5; 70 g, 60% H_2O	0,2 g $(NH_4)_2$ SO_4	6 Wochen, Zimmertemperatur.	24,9	24,8	15,3	5,9	—	9,4	9,8
			25,1		15,6			9,7	
			24,4		16,2			10,3	
	0,2 g $HN_4 \cdot$ NO_3		24,4	25,2	43,2	5,9	34,9	2,4	2,5
			26,2		42,9			2,1	
			24,9		43,9			3,1	

Auch in diesem Falle ist also deutliche Ammoniakoxydation eingetreten; ich glaube damit endgültig bewiesen zu haben, daß die angeführte Behauptung Gullys in ihrer allgemein gehaltenen Abfassung den tatsächlichen Verhältnissen nicht entspricht.

Das gleiche gilt für seine an 4. Stelle (S. 29) angeführte Angabe. In den vorhergehenden Erörterungen wurde als Hauptgrund für das Abweichen der Gullyschen Ergebnisse von meinen Versuchsbefunden die in seinen Bodenproben herrschenden schlechten Durchlüftungsverhältnisse genannt. Wenn bei Gullys Untersuchungen durch unvollständige Nitrifikation der Stickstoff des Ammonsulfates in salpetrige Säure übergeführt wurde, dann aber die Nitrifikation aussetzte, Denitrifikationsprozesse die Oberhand gewannen und das entstandene Nitrit wieder völlig zerlegten, so ist die Ursache hierfür zweifellos ebenfalls in dem mangelnden Zutritt des Luftsauerstoffs zu suchen. Denn daß unter passender gewählten Versuchsbedingungen das zunächst als Zwischenprodukt gebildete Nitrit weiter oxydiert wird, daß dann die Nitrifikation nicht stehen bleibt, daß keine Denitrifikationsprozesse überwiegen und endlich am Schlusse der Versuche zu Beginn nicht vorhandener Salpeterstickstoff gefunden wird, ist durch den Verlauf der Versuche erwiesen, deren Ergebnisse in den Tabellen 5, 6 und 11 (1. Hälfte niedergelegt sind, ebenso wie auch die Befunde der unter Verwendung anderer Ausgangsstoffe für die Nitrifikanten, der aus Hornmehl durch Fäulnis entstandenen Ammonverbindungen und des salpetersauren Ammoniaks, angestellten Untersuchungen (Tab. 7, 9 und 11, 2. Hälfte) als Beweis dafür gelten können. Denn nicht ein grundsätzlicher, das Wesen der Salpeterbildung ändernder, sondern höchstens ein auf ihre Geschwindigkeit einwirkender Einfluß ist in diesem Falle zu erwarten.

Im engsten Zusammenhange mit der eben besprochenen steht die fünfte Behauptung Gullys, deren Unhaltbarkeit schon durch die letzten Hinweise dargelegt wurde. Wenn der Autor die Sätze aufstellt: „Die Nitrifikation des Ammoniakstickstoffs durch Moorböden ist stets unvollkommen. Sie führt nicht zum Endprodukt der Salpetersäure sondern zum Zwischenprodukt, dem Nitrit“, so könnte dem mit dem Verlauf der Nitrifikationsprozesse in Mineralböden Vertrauten unwillkürlich und mit Recht der Gedanke kommen, daß zwischen der biologischen Ammoniakoxydation in mineralischen Erden und der in Moorböden ein grundsätzlicher Unterschied vorliege. Nichts aber könnte falscher sein. Auch hier ist wiederum zu entgegnen, daß der von Gully beobachtete Nitrifikationsverlauf in Moorböden — wie natürlich auch in mineralischen Bodenarten — wohl gelegentlich vorkommen mag; aber auch hier wiederum muß betont werden, daß die Ergebnisse der wenig zahlreichen Untersuchungen Gullys nicht in dieser Weise verallgemeinert werden dürfen. Anläßlich der Besprechung der Arbeitsweise für die Versuche 5—8 im ersten Teil dieser Abhandlung wurde erwähnt, daß der „an Sauerstoff gebundene Stickstoff, auch öfters als „Nitrit- und Nitratstickstoff“ angeführt, nach der Methode von Densch oder mit Hilfe des Kupfer-Magnesiumverfahrens ermittelt wurde. Die so erhaltenen Werte der quantitativen Untersuchung geben natürlicherweise keinen Aufschluß darüber, ob der zu Beginn des Versuches in Form von Ammonsalz vorhandene Stickstoff am Schlusse in salpetrige oder in Salpetersäure umgewandelt wurde. Zur Aufklärung dieses für die vorliegende Frage ausschlaggebenden Punktes sei als Ergebnis der qualitativen Prüfung der Bodenfiltrate, die bei den genannten Untersuchungen sowie bei dem 10. Versuch erhalten wurde, nur kurz erwähnt, daß ausschließlich in den Auszügen des zur Versuchsreihe 2 gehörigen, mit 2 und 5 g kohlensaurem Kalk vermischten Heidehumus salpetrige Säure festgestellt werden konnte, während in der weitaus überwiegenden Mehrzahl der Filtrate auch nicht Spuren von Nitriten gefunden, wohl aber stets sehr starke Farbreaktionen mit Diphenylaminschwefelsäure erhalten wurden. Dieser Tatsache gegenüber dürfte das Ergebnis der Gullyschen, unter ungünstigen Bedingungen angestellten Nitrifikationsversuche viel von der Bedeutung verlieren, die ihm der Autor als Unterlage für seine Behauptung von der unvollständigen, beim Laboratoriumsversuche nur zu salpetriger Säure als Endprodukt führenden Nitrifikation in Moorböden verallgemeinernd beimißt.

Im Gegensatze zu den bisher besprochenen Angaben Gullys kann ich mich dem Autor völlig anschließen, wenn er feststellt, daß Sphagnen, Sphagnumtorf, ungekalkter und im Sinne der Praxis, nicht im Sinne des Laboratoriumsversuches — stark gekalkter Hochmoorboden den Nitrifikationsmikroben „keine zusagenden Lebensbedingungen bzw. Entwicklungsmöglichkeiten“ bietet. Die genannten moorbildenden Pflanzen und die aus ihnen durch Vertorfung entstandenen Moorböden besitzen, auch wenn eine im Freilande übliche „starke“ Kalkung stattgefunden hat, noch immer saure Reaktion, und daß eine solche auf etwa vorhandene Nitrit- und Nitratbildner, deren saure Stoffwechselprodukte zwecks ungehemmten Verlaufs des Nitrifikationsprozesses selbst der Neutralisation bedürfen, einen ungünstigen Einfluß ausüben, muß sehr verständlich erscheinen. Meine an anderer Stelle[1]) veröffentlichten, mit diesem Punkte zusammenhängenden Untersuchungen zeitigten denn auch das gleiche Ergebnis wie die Gullyschen Versuche und gingen — übrigens in Übereinstimmung mit den weiter unten noch zu erwähnenden Forschungen anderer Autoren — insofern noch weiter, als sie erwiesen, daß in natürlichen, rohen und stark sauren Moorböden nitrifizierende Mikroben überhaupt nicht vorkommen. Ob freilich der Verlauf der Nitrifikationsversuche Gullys, deren Ergebnis nicht nur als Folge der sauren Reaktion der angewandten Medien, sondern auch des anderen

---

[1]) Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 45. 1916. S. 554 u. Mitt. d. Vereins z. Förd. d. Moorkult. i. deutsch. Reich. Bd. 35. 1917. H. 11/12.

oft genannten nitrifikationshemmenden Begleitumstandes, der mangelhaften Durchlüftung, aufgefaßt werden könnte, ihn zur Aufstellung seiner, wenn auch richtigen Behauptung genügend berechtigt, steht auf einem anderen Blatt. —

In Zusammenfassung der vorstehenden Erörterungen über die Laboratoriumsversuche **Gullys**, soweit sie Beobachtung der biologischen Ammoniakoxydation in Moorböden zum Ziele haben, glaube ich sagen zu können:

Die Behauptung Gullys von dem zwar auf die nitrifizierende Tätigkeit des Bodens ungünstig einwirkenden, die Nitrifikationsmikroben aber „nicht oder unvollständig“ abtötenden Einfluß einer Erhitzung von Moorböden auf 110° entspricht nicht den Tatsachen. Durch die genannte Maßnahme werden die Nitrit- und Nitratbildner natürlich zum Absterben gebracht und damit die Nitrifikationskraft des Bodens vernichtet.

Die sonstigen von Gully bei seinen Nitrifikationsversuchen mit Moorböden beobachteten Abweichungen vom normalen Salpeterbildungsprozeß — die nur zu salpetriger Säure führende Ammoniakoxydation mit anschließender Denitrifikation oder Reduktion des entstandenen Nitrits und das Ausbleiben einer Nitrifikation des Ammoniakstickstoffes von Ammonnitrat — sind in der ungeeigneten Wahl der Bedingungen seiner Laboratoriumsversuche, vor allem der mangelhaften Bodendurchlüftung, begründet. In entsäuerten oder von Natur neutralen, der Luft guten Zutritt ermöglichenden Moorböden führt die biologische Ammoniakoxydation in normaler Weise zur Bildung von Nitraten.

Von der letzten der **Gully**schen Behauptungen wird am Schlusse dieser Arbeit noch die Rede sein.

3. Teil.

Über das Vorkommen der Nitrit- und Nitratbildner in Moorböden.

Im zweiten Teile der vorliegenden Arbeit wurde erwähnt, daß eine saure Reaktion des Bodens außer wegen ihrer an sich das Wachstum der meisten Bakterienarten hemmenden Wirkung auch deshalb die Tätigkeit gerade der Nitroso- und Nitrobakterien ungünstig beeinflussen oder vollständig stillegen müsse, weil diese Mikroben auf Neutralisation ihrer Stoffwechselprodukte, der salpetrigen und Salpetersäure, angewiesen sind, für diesen Zweck in einem sauren Boden aber natürlich keine basischen Stoffe zur Verfügung stehen. Diesem physiologischen Verhalten der Salpeterbildner entspricht der von verschiedenen Autoren ermittelte Befund, daß die in ursprünglichem Zustande befindlichen Hochmoorböden, wie Sphagnumtorf, Heidehumus und verwandte Böden, ebenso die Niederungsmoore, soweit sie sauren Charakter haben, überhaupt keine nitrifizierende Fähigkeit besitzen, und daß in ihnen die Nitrifikationserreger nicht lebensfähig sind. So fehlen nach Jensen[1]) die Salpeterbildner in den sauren Böden Dänemarks und siedeln sich nach der Kultivierung der Moorflächen auch nur sehr allmählich an; Ritter[2]) versuchte vergeblich aus unkultiviertem saurem Moostorf, Heidehumus und Niederungsmoor nitrifizierende Mikroben zu isolieren; Christensen[3]) stellte fest, daß den von ihm untersuchten Hochmoorproben aus den Studsgaard- und Tylstrupmooren jede Nitrifikationskraft fehlt, und konnte durch Impfung von Hochmoorböden enthaltenden Nährlösungen ermitteln[4]), daß diese mangelnde Fähigkeit nicht auf Anwesenheit von Hemmungs- oder Giftstoffen in der Moorsubstanz zurückzuführen ist, sondern in dem Fehlen nitratbildender Bakterien begründet ist. Meine eigenen Untersuchungen[5]) bestätigten diesen Sachverhalt und erweiterten unsere Kenntnisse über die einschlägigen Verhältnisse durch die überraschende Feststellung, daß auch in kultivierten, bestellten, mäßig gekalkten Hochmoorböden Nitrifikationserreger vielfach nicht anzutreffen sind. Diese Tatsache, die ein eigenartiges Licht auf die Stickstoffernährungsweise der Kulturpflanzen auf noch sauren, nicht mit nitrathaltigem Dünger gedüngten Moorflächen zu werfen geeignet ist, schien mir einer genaueren Untersuchung wert zu sein.

Bevor ich jedoch auf diese Frage eingehe, seien noch einige hierher gehörige Versuche angeführt, die wie die Christensenschen schon im Jahre 1915 angestellt wurden und ebenso wie diese die Prüfung zum Zwecke hatten, ob etwa neben der auf Säurewirkung beruhenden nitrifikationshemmenden Eigenschaft der Hochmoorsubstanz, noch eine andere den chemischen Eigenheiten dieser Böden zuzuschreibende ungünstige Beeinflussung der Salpeterbildner durch Hemmungs- oder Giftstoffe vorliege. Der Umstand, daß auch starke Kalkung zu rohem Hochmoorboden im Laboratoriumsversuche vielfach keine Nitrifikation zugefügter Ammonsalze bewirkte, hatte mich auf diesen Punkt aufmerksam gemacht.

11. Versuch. Zum Zwecke der Prüfung dienten dem Freilande steril entnommene Proben von Moostorf und Heidehumus. Je 50 g der frischen Böden wurden in sterilen Schalen mit 1 bzw. 2 g im Autoklaven sterilisierten kohlensaurem Kalk innig vermischt und in ebenfalls sterile, mit Wattebausch verschlossene Erlenmeyerkolben von 500 ccm Inhalt übergeführt. Durch Zusatz einer keimfreien Lösung von 0,15 g schwefelsaurem Ammoniak (auf grober Wage abgewogen; 33,0 mg N) und Zugabe von sterilisiertem Wasser wurde der Feuchtigkeitsgehalt der Proben auf 85 Proz. für die Sphagnumtorfe und 75 Proz. für die Heidehumusböden gebracht. Ein Teil der Proben wurde mit 1 g Gartenerde infiziert; ein anderer Teil blieb ungeimpft. Während der Versuchsdauer von 14 Tagen standen die Gefäße bei 28° im Thermostaten. Die Verarbeitung der Proben erfolgte in der mehrfach erwähnten Weise durch Bestimmung des Ammoniaks und des löslichen Gesamtstickstoffs neben der Ermittlung der Summe von löslichem Ammoniak- und organisch gebundenem Stickstoff in den mit 3 Proz. Kaliumsulfatlösung erhaltenen, auf ein bestimmtes Volumen aufgefüllten Bodenauszügen. Die Ergebnisse der quantitativen Analyse sind in der folgenden Tabelle vereinigt. (Tabelle 12.)

---

[1]) Tidskr. f. Landsbrug. Planteavl. Bd. 5. 1899. S. 173.

[2]) Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 34. 1912. S. 598.

[3]) Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 37. 1913. S. 418.

[4]) Centralbl. f. Bakt. Abt. II. 1915. Bd. 43. S. 136.

[5]) Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 45. 1916. S. 561. Mitt. d. Ver. z. Förd. d. Moorkult. i. deutsch. Reich. Bd. 35. 1917. H. 11/12. Landw. Jahrb. Bd. 51. 1917. S. 297.

Tabelle 12.

Boden	Zugegeben wurde: CaCO$_3$ g	Ammon.-stickst. mg	Gartenerde g	Versuchsdauer u. -Temperatur	Am Schluß des Versuchs wurde gefunden: Ammoniakstickstoff mg	Ammoniakstickstoff i. M. mg	Löslich. organ. + Amm.-stickst. mg	Löslich. Gesamtstickst. mg	Nitrit- + Nitratstickstoff mg	Nitrit- + Nitratstickstoff i. M. mg
Moostorf, Probe a.	1,0	35,0	—	14 Tage; 28°.	20,4	19,7			—	—
					18,9				—	
			1		12,0	12,5	15,5	26,6	11,3	10,7
					13,0		15,6	25,7	10,1	
Moostorf, Probe b.	1,0	33,0	—		23,5	23,6			—	—
					23,7				—	
			1		12,8	12,1	14,7	26,8	12,1	12,5
					11,4		13,8	26,6	12,8	
Heidehumus, Probe a.	2,0	33,0	—		20,7	20,4			—	—
					20,1				—	
			1		7,1	5,3	8,7	31,5	22,8	22,5
					3,5		5,3	27,5	22,2	
Heidehumus Probe b.	2,0	33,0	—		21,4	21,7			—	—
					21,9				—	
			1		9,8	12,4	12,8	29,5	16,7	15,8
					15,0		17,2	32,0	14,8	

Alle ungeimpften Proben haben demnach auch nicht Spuren von salpetriger oder Salpetersäure, deren Anwesenheit auch die äußerst scharfen Reaktionen der qualitativen Prüfung mit Jodzinkstärkelösung und Diphenylaminschwefelsäure hätten erkennen lassen müssen, zustande kommen lassen, während Impfung der gekalkten Böden in allen Fällen ausnahmslos starke Nitrifikation hervorgerufen hat. In voller Übereinstimmung mit den Christenschen Untersuchungen ergibt sich also, daß lediglich das Fehlen nitrifizierender Mikroben im rohen, sauren Boden, nicht aber — von der Bodenazidität abgesehen — etwa eine Giftwirkung der Moorsubstanz Ursache des Ausbleibens der Nitratation ist. Das gleiche Ergebnis kann übrigens auch aus anderen Versuchen[1]) von mir, die sich ebenfalls mit der Nitrifikationsfrage in Moorböden beschäftigen, herausgelesen werden.

Angesichts dieses Sachverhaltes fragte es sich nun, inwieweit die in der Praxis üblichen Kalkgaben zu Hochmoorboden, die dessen saure Reaktion wohl abschwächen, aber nicht aufheben, genügen, um ein den Nitrifikanten zusagendes Bodenklima zu schaffen und ihnen damit Ansiedlung und Betätigung zu ermöglichen. Proben einer Moorfläche der zur Moor-Versuchs-Station gehörigen Moor-Versuchs-Wirtschaft Königsmoor dienten für diesen Zweck zur Untersuchung. Die genannte Fläche war im Jahre 1911 als Neukultur angelegt worden und hatte neben den üblichen Kali- und Phosphorsäuremengen (125 kg K_2O und 100—150 kg P_2O_5 je ha und Jahr) in den ersten Jahren 45—50 kg N in Form von Salpeter, später, vom Jahre 1915 ab, 40—60 kg Stickstoff als Ammonsulfat erhalten. Die den einzelnen Parzellen der in verschiedene Stücke eingeteilten Gesamtfläche gegebenen Kalkmengen betrugen 1000 und 2000 kg CaO je ha; ein Teil der Parzellen erhielt außer dem in den Phosphorsäure-Düngemitteln enthaltenen Kalk keine weitere Kalkdüngung.

---

[1]) Landw. Jahrb. Bd. 51. 1917. S. 324 u. 326. Tab. 9 u. 10.

12. Versuch. Zur Untersuchung wurden die Bodenproben an etwa 20 Stellen jeder Parzelle dem Freilande in 5—20 cm Tiefe mit sterilen Geräten entnommen, in sterile Gefäße übergeführt und in ihnen gründlichst gemischt. Ein Teil der Proben (je 40 g fr.) erhielt einen Zusatz von 2 g kohlensaurem Kalk, andere blieben ohne Kalkzugabe. Weiter wurden sie zum Teil mit 1 g Gartenerde geimpft. Die in dieser Weise vorbereiteten Proben wurden in 500 ccm Erlenmeyerkolben gebracht und auf deren Boden mit einem abgeplatteten Metallstab schwach angedrückt. Sodann erfolgte Zusatz von 10 ccm Ammonsulfatlösung mit 26,8 mg Ammoniakstickstoff. Soweit die Böden in ungeimpften Zustande zur Anwendung kamen, wurde das zuzufügende Calciumcarbonat ebenso wie die Ammonsulfatlösung vorher sterilisiert; auch wurden in diesem Falle keimfrei gemachte Kolben benutzt. Nach Ablauf der Versuchsdauer, die 14 Tage bei 22° betrug, wurden die Proben in der mehrfach beschriebenen Weise verarbeitet. Die mit den ersten im November 1915 gezogenen Proben erhaltenen Ergebnisse sind in Tabelle 13 zusammengestellt.

Bevor eine Besprechung des äußerst charakteristischen Versuchsbefundes erfolgt, seien noch die Ergebnisse zweier weiterer Versuchsreihen angeführt.

13. und 14. Versuch. Die Anordnung dieser Untersuchungen unterschied sich, von der Versuchsdauer und -Temperatur abgesehen, nur dadurch von den vorhergehenden, daß die Impfung eines Teiles der Proben statt mit Gartenboden mit einem Tropfen einer Rohkultur nitrifizierender Bakterien erfolgte, die durch Impfen der gleichen Erde in Ammoniaknährlösung und darauffolgendes mehrmaliges Überimpfen in neue Nährflüssigkeiten erhalten war. Die Möglichkeit einer Düngewirkung durch die bei den vorbeschriebenen Versuchen verwandte Gartenerde sollte auf diesem Wege ausgeschaltet werden. Die Tabellen 14 und 15 enthalten die so erzielten Ergebnisse.

Was zunächst die in den Zusammenstellungen 13—15 vereinigten, unter Verwendung von Proben solcher Teilstücke gewonnenen Resultate angeht, die außer den in den Phosphorsäure-Düngemitteln enthaltenen Kalkverbindungen keine weitere Kalkdüngung erhalten hatten, so zeigt sich, daß weder in den ungekalkt gebliebenen, noch in den im Laboratorium frisch gekalkten, aber ungeimpften Böden irgendwelche Nitrifikation eingetreten ist. Im einen wie im anderen Falle konnten auch nicht Spuren von Nitriten oder Nitraten nachgewiesen werden; Kalkung allein genügte demnach zur Einleitung einer Salpeterbildung nicht. Ausschließlich in den Proben, die frisch gekalkt und durch Zugabe von Gartenboden infiziert oder mit einem Tropfen einer Rohkultur von Salpeterbildnern geimpft wurden, ließen deutliche Nitrifikationserscheinungen zustande kommen, während die ganz geringen Spuren

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

Tabelle 13.

Nummer des Versuchs	Proben vom 19. 11. 15 (40 g fr.)		Zugegeben wurde:			Versuchsdauer u. -Temperatur	Am Schluß des Versuchs wurde gefunden:			
	Stück	Parzelle	Ammoniakstickst.	CaCO$_3$	Gartenerde		Ammoniakstickst.	lösl. org. + Amm. stickst.	löslicher Gesamtstickst.	Nitrit + Nitratstickst.
			mg	g	g		mg			
1	Fläche E, V, Stück I,	1, (1000kg CaO)	26,8	—	—	14 Tage, 22°.	27,6			—
2				2			21,3			—
3				—	1		27,3			—
4				2			11,3	12,6	25,8	13,2
5		2, (ohne CaO)	26,8	—	—		24,0			—
6				2			21,7			—
7				—	1		26,6			Sp.
8				2			10,9	14,0	22,8	8,8
9		3, (2000 kg CaO)	26,8	—	—		22,9			—
10				2			8,8	11,2	22,8	11,6
11				—	1		21,6			Sp.
12				2			10,1	12,9	23,0	10,1
13	Fläche E, V, Stück III	1, (1000kg CaO)	26,8	—	—		27,7			—
14				2			23,9			—
15				—	1		26,9			—
16				2			6,6	8,1	25,7	17,6
17		2, (ohne CaO)	26,8	—	—		25,3			—
18				2			22,3			—
19				—	1		24,9			Sp.
20				2			6,3	8,4	26,6	18,2
21		3, (2000kg CaO)	26,8	—	—		27,3			—
22				2			21,1	22,3	23,9	1,6
23				—	1		26,8			Sp.
24				2			2,2	4,0	27,1	23,1
25		1, (1000kg CaO)	26,8	—	—		25,4			—
26				2			22,2			—
27				—			25,7			Sp

Tabelle 13. (Fortsetzung.)

Nummer des Versuchs	Proben vom 19. 11. 15 (40 g fr.)		Zugegeben wurde:			Versuchsdauer u. Temperatur	Am Schluß des Versuchs wurde gefunden:			
			Ammoniakstickst.	CaCO$_3$	Gartenerde		Ammoniakstickst.	lösl. org. + Amm.-stickst.	löslicher Gesamtstickst.	Nitrit- + Nitratstickst.
	Stück	Parzelle	mg	g			mg			
28	Fläche E, V, Stück V,			2	1	14 Tage, 22°	9,9	12,1	25,3	13,2
29		2, (ohne CaO)	26,8	—	—		26,2			—
30				2			21,9			—
31				—	1		26,3			Sp.
32				2			9,3	12,2	26,1	13,9
33		3, (2000 kg CaO)	26,8	—	—		22,7			—
34				2			—	0,9	24,6	23,7
35				—	1		24,3			Sp.
36				2			—	1,2	25,0	23,8

von Salpeterstickstoff, die vereinzelt in den ungekalkten, geimpften Böden ermittelt wurden, offenbar von dem Nitratgehalt der Impfsubstanzen herrühren. Da die Versuchsbedingungen aber im übrigen in allen Fällen die gleichen und so gewählt waren, daß — die Anwesenheit von Nitrifikationserregern vorausgesetzt — mit Sicherheit auf das Eintreten von Salpeterbildung gerechnet werden durfte, so läßt sich rückwärts der Schluß ziehen, daß in allen diesen Moorproben Nitroso- und Nitrobakterien überhaupt nicht vorhanden waren. Daneben ergibt sich in vollem Einklang mit den Ergebnissen des 11. Versuchs, daß nur der Säuregehalt des Hochmoorbodens nitrifikationsverhindernd wirkt, sonstige die Salpeterbildner an ihrer Tätigkeit hindernde Eigenschaften der Moorsubstanz nicht vorliegen.

Nur wenig weichen von den mit im Freilande ungekalkten Bodenproben erhaltenen Befunden die ab, die bei Anwendung von Proben solcher Moorflächen gewonnen wurden, denen eine Kalkdüngung von 1000 kg CaO je ha gegeben wurde. Zum Teil stimmen sie völlig miteinander überein: in Böden, die im Laboratorium keinen Kalkzusatz erhielten, ist überhaupt keine Salpeterbildung wahrzunehmen, gleichgültig, ob Zugabe von Impfsubstanz erfolgte oder nicht; zum Teil aber tritt auch in den Bodenproben Nitrifikation ein, die wohl gekalkt, aber nicht geimpft wurden. Die Menge des in diesen Fällen gebildeten Nitrit- + Nitratstisckstoffs aber bleibt hinter der in geimpften Proben unter sonst gleichen Verhältnissen entstandenen ausnahmslos weit zurück, worüber die folgende kleine Zusammenstellung Aufschluß gibt:

	ungeimpft	geimpft
Tab. 13, Nr. 2 u. 4:	—	13,2
„ 13, „ 14 „ 16:	—	17,6
„ 13, „ 26 „ 28:	—	13,2
Tab. 14, Nr. 2 u. 4:	2,4	10,4
„ 14, „ 14 „ 16:	—	15,1

	ungeimpft	geimpft
Tab. 14, Nr. 26 u. 28:	1,5	13,5
„ 14, „ 38 „ 40:	Sp.	26,3
„ 15, „ 2 „ 4:	5,5	21,3
„ 15, „ 14 „ 16:	2,0	23,7
„ 15, „ 26 „ 28:	8,2	24,6
„ 15, „ 38 „ 40:	—	19,8

Diesen Befunden gegenüber erscheint die Schlußfolgerung berechtigt, daß eine schwache Kalkung (1000 kg CaO je ha) zu Hochmoorboden nicht genügt, um das Bodenklima zugunsten einer üppigen Weiterentwicklung durch natürliche Infektion sich einfindender Nitrit- und Nitratbildner zu verändern; vielmehr kann aus dem beschriebenen, nicht miteinander übereinstimmenden Verhalten zu verschiedener Zeit gezogener Proben der gleichen Flächen geschlossen werden, daß die genannte Kalkmenge nicht ausreicht, um den Nitrifikanten im Hochmoorboden günstige Entwicklungsmöglichkeiten zu schaffen, und daß das Vorkommen von Salpeterbildnern in derart schwach gekalkten Moorflächen entweder zufälliger Infektion oder auch der Bildung von Kalknestern zuzuschreiben ist, in denen infolge Neutralisierung der Bodensäuren Nitrit- und Nitratbakterien lebensfähig bleiben. Von einer eigentlichen Nitrifikationskraft solcher Böden kann jedenfalls keine Rede sein.

In wesentlich anderem Sinne sind demgegenüber die Versuche verlaufen, bei denen Proben von stärker gekalkten (2000 kg je ha) Moorfeldern in Anwendung genommen wurden. Zwar sind auch hier weder in den geimpften noch in den ungeimpften, im Laboratorium nicht frisch gekalkten Böden irgendwelche Nitrifikationsprozesse zu beobachten; auch in diesem Falle sind die den Proben zugegebenen Mengen von Ammoniakstickstoff bis zum Schluß des Versuchs ganz oder zum größten Teile in unveränderter Form erhalten geblieben. Im Gegensatze zu den bisher erörterten Befunden aber ist in allen gekalkten, aber ungeimpften Böden Nitrifikation eingetreten. Gleichzeitige Impfung derselben Proben hat verschiedene Wirkung zur Folge gehabt: in manchen Fällen ist deutliche Verstärkung der Salpeterbildung zu verzeichnen, in anderen hat die Nitrifikationskraft der Böden durch Impfung nicht nennenswert verstärkt werden können. Eine Gegenüberstellung der ermittelten Werte zeigt das folgende Bild:

	ungeimpft:	geimpft:
Tab. 13, Nr. 10 u. 12:	11,6	10,1
„ 13, „ 22 „ 24:	1,6	23,1
„ 13, „ 34 „ 36:	23,7	23,8
„ 14, „ 10 „ 12:	10,8	18,0
„ 14, „ 22 „ 24:	10,7	12,8
„ 14, „ 34 „ 26:	4,9	17,9
„ 14, „ 46 „ 48:	26,4	27,8
„ 15, „ 10 „ 12:	23,3	22,0
„ 15, „ 22 „ 24:	22,0	23,3
„ 15, „ 34 „ 36:	23,3	23,7
„ 15, „ 46 „ 48:	23,7	25,1

Der Unterschied in dem Verhalten schwächer (1000 kg CaO je ha) und stärker (2000 kg CaO je ha) gekalkter Hochmoorflächen ist demnach sehr deutlich: jenen fehlen die Nitroso- und Nitrobakterien oft völlig; zuweilen sind zwar Nitrifikationserreger vorhanden, aber in so geringer Zahl und von derart schwacher Wirksamkeit, daß Impfung des im Laboratorium frisch

Tabelle 14.

Nummer des Versuchs	Proben vom 19. 3. 16 (40 g fr.)		Zugegeben wurde:			Versuchsdauer u. Temperatur	Am Schluß des Versuchs wurde gefunden:			
	Stück	Parzelle	Ammoniakstickst. mg	$CaCO_3$ g	Rohkultur		Ammoniakstickst. mg	lösl. org. + Amm.-stickst. mg	löslicher Gesamtstickst. mg	Nitrit- + Nitratstickst. mg
1	Fläche E, V, Stück I	1, (1000 kg CaO)	27,1	—	—	14 Tage, 22°	27,3			—
2				2			20,7	22,6	25,0	2,4
3					1 Tropfen		27,0			—
4				2			12,8	12,8	23,2	10,4
5		2, (ohne CaO)	27,1	—	—		26,7			—
6				2			22,0			—
7				—	1 Tr.		25,8			—
8				2			7,0	8,1	23,4	15,3
9		3, (2000 kg CaO)	27,1	—	—		25,7			—
10				2			5,5	10,7	21,5	10,8
11				—	1 Tr.		26,4			—
12				2			5,8	6,4	24,4	18,0
13	Fläche E, V, Stück III	1, (1000 kg CaO)	27,1	—	—		26,7			—
14				2			22,9			—
15				—	1 Tr.		26,4			—
16				2			9,2	10,2	25,3	15,1
17		2, (ohne CaO)	27,1	—	—		26,9			—
18				2			22,1			—
19				—	1 Tr.		27,0			—
20				2			0,9	1,2	24,4	23,2
21		3, (2000kg CaO)	27,1	—	—		28,4			—
22				2			14,9	19,4	30,1	10,7
23				—	1 Tr.		28,6			Sp.?
24				2			15,7	17,4	30,2	12,8
25		1, (1000 kg CaO)	27,1	—	—		29,6			—
26				2			22,0	24,5	26,0	1,5
27				—			30,9			Sp.

Tabelle 14. (Fortsetzung.)

Nummer des Versuchs	Proben vom 21. 3. 16 (40 g fr.) Stück	Parzelle	Zugegeben wurde: Ammoniakstickst. mg	CaCO$_3$ g	Rohkultur	Versuchsdauer u. -Temperatur	Am Schluß des Versuchs wurde gefunden: Ammoniakstickst. mg	lösl. org. + Amm.-stickst. mg	löslicher Gesamtstickst. mg	Nitrit- + Nitratstickst. mg
28	Fläche E, V, Stück V			2	1 Tr.	14 Tage, 22°	12,8	15,3	28,8	13,5
29		2, (ohne CaO)	27,1	—	—		29,6			—
30				2			24,2			—
31				—	1 Tr.		30,2			—
32				2			7,9	11,5	29,7	18,2
33		3, (2000 kg CaO)	27,1	—	—		29,1			—
34				2			17,8	21,8	26,7	4,9
35				—	1 Tr.		29,6			Sp.
36				2			7,9	11,6	29,5	17,9
37	Fläche E, V, Stück VII	1, (1000 kg CaO)	27,1	—	—		29,3			—
38				2			25,1			Sp.
39				—	1 Tr.		29,2			—
40				2			0,2	7,0	33,3	26,3
41		2, (ohne CaO)	27,1	—	—		29,5			—
42				2			25,1			—
43				—	1 Tr.		29,2			—
44				2			1,2	3,7	28,6	24,9
45		3, (2000 kg CaO)	27,1	—	—		28,6			—
46				2			0,9	3,4	29,8	26,4
47				—	1 Tr.		28,7			Sp.
48				2			1,3	2,3	30,1	27,8

gekalkten Bodens stets eine sehr beträchtliche Erhöhung der zur Entstehung kommenden Salpetermenge verursacht; in diesen sind stets Salpeterbildner nachzuweisen, deren sich aus Zahl und Wirksamkeit ergebende Leistung mit ganz wenig Ausnahmen (Tabelle 13, Nr. 22 und Tabelle 14, Nr. 34) die der Mikroben des im Freilande schwächer gekalkten Bodens weit übertrifft. Von den beiden Unregelmäßigkeiten abgesehen hat Impfung solcher Proben eine nur unwesentliche oder überhaupt keine Erhöhung der für Nitrit- + Nitratsticktoff ermittelten Werte zur Folge. Wenn dieser Verlauf des Versuches auch deutlich eine günstige Beeinflussung der Nitrifikationserreger

Tabelle 15.

Nummer des Versuchs	Proben vom 13. 7. 17 (40 g fr.)		Zugegeben wurden			Versuchsdauer u. Temperatur	Am Schluß des Versuchs wurden gefunden	
	Stück	Parzelle	Ammoniakstickst. mg	$CaCO_3$ g	Rohkultur		Ammoniakstickst. mg	Nitrit- + Nitratstickst. mg
1	Fläche E, V, Stück I	1, (1000 kg CaO)	26,9	—	—	28 Tage, Zimmertemperatur	27,9	—
2				2			15,2	5,5
3				—	1 Tropfen		28,4	—
4				2			0,9	21,3
5		2, (ohne CaO)	26,9	—	—		27,9	—
6				2			18,6	—
7				—	1 Tr.		28,2	—
8				2			1,1	22,4
9		3, (2000kg CaO)	26,9	—	—		28,2	—
10				2			0,5	23,3
11				—	1 Tr.		28,8	—
12				2			0,5	22,0
13	Fläche E, V, Stück III	1, (1000kg CaO)	26,9	—	—		28,2	—
14				2			14,7	2,0
15				—	1 Tr.		28,6	—
16				2			0,6	23,7
17		2, (ohne CaO)	26,9	—	—		27,0	—
18				2			16,4	—
19				—	1 Tr.		28,4	—
20				2			0,5	23,1
21		3, (2000kg CaO)	26,9	—	—		28,7	—
22				2			0,5	22,0
23				—	1 Tr.		28,8	—
24				2			0,2	23,3
25				—	—		26,6	—
26				2			12,9	8,2

Tabelle 15. (Fortsetzung.)

Nummer des Versuchs	Proben vom 13. 7. 17 (40 g fr.)		Zugegeben wurden			Versuchsdauer u. Temperatur	Am Schluß des Versuchs wurden gefunden	
	Stück	Parzelle	Ammoniakstickst. mg	$CaCO_3$ g	Rohkultur		Ammoniakstickst. mg	Nitrit- + Nitratstickst. mg
27	Fläche E, V, Stück V,	1, (1000 kg CaO)	26,9	—	1 Tr.	28 Tage, Zimmertemperatur	27,5	—
28				2			0,2	24,6
29		2, (ohne CaO)	26,9	—	—		27,3	—
30				2			14,6	—
31				—	1 Tr.		27,7	—
32				2			0,9	23,5
33		3, (2000 kg CaO)	26,9	—	—		26,6	—
34				2			0,7	23,3
35				—	1 Tr.		27,5	—
36				2			0,9	23,7
37	Fläche E, V, Stück VII.	1, (1000 kg CaO)		—	—		28,0	—
38				2			19,5	—
39				—	1 Tr.		28,6	—
40				2			1,1	19,8
41		2, (ohne CaO)	26,9	—	—		27,7	—
42				2			20,0	—
43				—	1 Tr.		27,5	—
44				2			0,7	22,0
45		3, (2000 kg CaO)		—	—		28,2	—
46				2			0,7	23,7
47				—	1 Tr.		28,2	—
48				2			0,4	25,1

durch stärkere Gaben basisch wirkender Meliorationsmittel — vielleicht durch vermehrte Bildung kalkreicher Nester — erkennen läßt, und demzufolge auch in Bodenextrakten so behandelter Moorflächen im Gegensatze zu Auszügen schwächer gekalkter Hochmoore allerdings nur sehr geringe Spuren von Salpetersäure gefunden wurden, so kann m. E. angesichts der Tatsache, daß selbst unter den günstigsten Bedingungen des Laboratoriumsversuches nur nach erneuter Kalkdüngung Nitrifikation eintritt, in den ursprünglichen Böden aber auch nicht schwächste Spuren von Nitraten zur Entstehung kommen, und daß weiter sich durch Impfung überhaupt eine Verstärkung der Salpeterbildung erzielen läßt, auch hier kaum von in Betracht kommender nitrifizierender Tätigkeit gesprochen werden. In der Tat bleibt denn auch die Nitrifikationskraft von Hochmoorböden, die selbst die erheblich stärkere Kalkgabe von 4500 kg CaO je ha erhalten haben, nach meinen Untersuchungen[1]) weit hinter der von mineralischen Erden zurück, deren Kulturwert selbst nicht hoch zu veranschlagen ist.

Da der Befund der im vorhergehenden erörterten drei Versuchsreihen durchaus dem entspricht, was nach unserer Kenntnis von der Physiologie der Nitratbildner betreffs ihres Vorkommens und ihrer Tätigkeit in Hochmoorböden zu erwarten war, so kann die Annahme als berechtigt gelten, daß das Verhalten von Hochmoorböden anderer Herkunft in den grundsätzlichen Punkten das gleiche sein wird. In Verwertung der bisherigen Erwägungen glaube ich demnach, was Vorkommen und Betätigung der Nitrifikanten in den ersten Jahren nach Kultivierung von Hochmoorflächen angeht, behaupten zu können:

In Hochmoorböden, deren Azidität nur durch chemische Umsetzung der Bodensäuren mit den basisch wirkenden Bestandteilen eines in üblicher Menge gegebenen Phosphorsäure-Düngemittels (150 kg P_2O_5 je ha und Jahr) verringert ist, fehlen ebenso wie in den rohen, unkultivierten Hochmoorflächen die Nitrifikationsbakterien — von zufälliger Infektion natürlich abgesehen — völlig.

Auch eine Kalkung von 1000 kg CaO je ha verleiht solchen Böden keine eigentliche Nitrifikationskraft; ihnen entnommene Proben sind zum Teil frei von Salpeterbildnern; gelegentlich gefundene Nitrifikationserreger verdanken ihre Lebensfähigkeit vermutlich der Bildung kalkreicher Orte neutraler Reaktion.

Eine Düngung der Hochmoorböden mit 2000 kg CaO je ha hat — wahrscheinlich durch erhöhte Anzahl kalkreicher Stellen — eine weitere Verbreitung der Nitrifikanten zur Folge. Die nitrifizierende Tätigkeit eines so behandelten Bodens ist aber im Vergleich zu der von mineralischen Erden normaler Beschaffenheit außerordentlich gering.

Selbstverständlich erscheint eine im Laufe der Zeit eintretende Verschiebung dieser Verhältnisse durch weiter fortschreitende Zersetzung und Vererdung des Bodens bei abnehmender Azidität nicht ausgeschlossen. —

Es fragt sich nun, welche Schlußfolgerungen über die Stickstoffernährungsweise auf schwach gekalktem Hochmoorboden angebauten Kulturgewächse mit Rücksicht auf die wiedergegebenen Versuchsergebnisse gezogen werden können. Ritter[2]) hat im Hinblick auf die von ihm beobachtete Salpeterarmut roher Hochmoore und Niederungsmoorböden und auf seinen vergeblichen Versuch, aus solchen Erden nitrifizierende Mikroben zu isolieren, darauf hingewiesen, daß die auf diesen, in ihrem ursprünglichen Zustande befindlichen Bodenarten heimischen Pflanzen den Stickstoff offenbar nicht in Form salpetersaurer Salze aufnehmen. Was die Hochmoorböden betrifft, so kann ich mich dieser Ansicht nur anschließen. Bezüglich der Niederungsmoore stehen mir z. Z. keine Erfahrungen zur Verfügung; jedoch glaube ich, daß in dieser Beziehung die Wiesenmoorböden ausgeschlossen werden müssen, die einen Gehalt an kohlensaurem Kalk aufweisen. Meines Erachtens besteht kein Grund zu der Annahme, daß in ihnen, genügende Durchlüftung vorausgesetzt, biologische Ammoniakoxydation nicht eintreten könnte.

---

[1]) Mitt. d. Vereins z. Förd. d. Moorkultur i. deutschen Reich. Bd. 35. 1917. H. 11/12.

[2]) Fühl. landw. Zeitg. Bd. 61. 1912. S. 601.

Nach dem Ergebnis meiner Untersuchungen über das Vorkommen der Nitratbildner in kultivierten Hochmoorböden ergibt sich nun weiter die interessante Tatsache, daß Böden, die außer den üblichen Kunstdüngemitteln keine Zugabe von kohlensaurem Kalk oder auch eine Düngung von nur 1000 kg CaO je ha erhalten haben, eben wegen des Fehlens nitrifizierender Mikroorganismen keine Möglichkeit haben, den in Form von Ammoniaksalzen gegebenen Stickstoff den Kulturpflanzen als Nitratstickstoff zur Verfügung zu stellen. Aber auch in stärker gekalkten Hochmoorböden (2000 kg CaO je ha) kann mit einer nennenswerten Nitrifikation sicherlich nicht gerechnet werden, und der etwa hier an Stellen neutraler Reaktion gebildete Salpeter könnte nur den kleinsten Teil des zur Versorgung der Nutzpflanzen nötigen Stickstoffs ausmachen. Zweierlei Möglichkeiten der Stickstoffernährung wären demnach in diesen Fällen in Betracht zu ziehen: die wenig wahrscheinliche Verwertung organischer stickstoffhaltiger Verbindungen und die wesentlich leichter erklärlich erscheinende Aufnahme des als Düngemittel gegebenen oder durch Fäulnisvorgänge entstandenen Ammoniakstickstoffs. Berücksichtigt man schließlich, in wie hohem Grade der Ertrag des Hochmoorbodens durch eine Düngung mit Ammonsulfat gegenüber der Ernte auf sticktoffungedüngtem Boden gesteigert wird, so kann es in Verbindung mit allen vorangehenden Ausführungen wohl als erwiesen gelten, daß die auf nicht schwach und mäßig gekalktem, mit Ammonsalzen oder durch Fäulnis Ammoniak liefernden Stoffen gedüngtem Hochmoorboden wachsenden Nutzpflanzen, soweit sie nicht durch Knöllchen- oder Mykorrhyzenbildung zu anderweitiger Stickstoffernährung befähigt sind, diesen Pflanzennährstoff ausschließlich oder zum größten Teile in Form von Ammoniaksalzen aufnehmen.

Die längst erwiesene Tatsache, daß höhere Pflanzen den Ammoniakstickstoff unmittelbar verwerten können, glaubt, wie gesagt, auch Ritter, durch seine Versuche mit Moorboden als erneut festgestellt ansehen zu können. Erst der von mir geführte Nachweis[1]) jedoch, daß die von ihm für möglich gehaltene chemische Entstehungsweise von Salpeter in Moorboden nicht stattfindet, kann meines Erachtens als vollwertiger Beitrag zu der vorliegenden Frage betrachtet werden.

Wie ersichtlich, bin ich am Schluß dieser Arbeit zu einem Ergebnis gekommen, das mit dem von Gully auf Grund seiner Nitrifikationsversuche aufgestellten, auf Seite 29 der vorliegenden Abhandlung an 6. Stelle aufgeführten manches Gemeinsame hat. Nachdem ich aber den anormalen

---

[1]) Landw. Jahrb. Bd. 51. 1917. S. 297.

Verlauf der Gullyschen Versuche — die nur zu salpetriger Säure führende Ammoniakoxydation mit anschließender Denitrifikation der entstandenen Nitrite — als Folge ungeeigneter Versuchsbedingungen erwiesen habe, möchte ich nicht verfehlen, auf die Verschiedenheit des Weges hinzuweisen, die zu der genannten teilweisen Übereinstimmung führte.

Nachdruck verboten.

Vergleichende Untersuchung über 3 Xylaria-Arten.

Von **Huberta von Bronsart.**

Mit 1 Tafel und 4 Figuren im Text.

Einleitung.

Die neuere Physiologie lehrt eine weitgehende Abhängigkeit der Pflanzenentwicklung in allen ihren mannigfaltigen Erscheinungen von den äußeren Bedingungen. Besonders die niederen Organismen stellen sehr geeignete Objekte dar, die diese allgemeine Abhängigkeit am unzweideutigsten zeigen.

Seit dem Erscheinen der ersten Arbeiten von Klebs über diesen Gegenstand sind zahlreiche Untersuchungen über die Abhängigkeit der Entwicklung von Algen und Pilzen von der Außenwelt von Klebs und seinen Schülern gemacht worden.

Am geeignetsten für derartige physiologische Versuche erscheinen die Pilze, sofern man ihre Kulturbedingungen genau erforscht und so die Möglichkeit besitzt, die bekannten Faktoren der Außenwelt willkürlich zu variieren.

Vergleichende Versuche mit verschiedenen Spezies der gleichen Gattung wurden bisher noch nicht angestellt. Es war von Interesse, das Verhalten nahe miteinander verwandter Pflanzen, die in der Natur unter abweichenden äußeren Bedingungen leben, in künstlicher Kultur zu untersuchen. Ich wählte dazu 3 Spezies des Ascomyceten Xylaria, eines meist auf totem Holz saprophytisch lebenden Pilzes, der nach Lindau in die Reihe der Pyrenomyceten, Unterordnung des Sphaeriales, gehört.

Meine Arbeit gliedert sich in folgende Teile: I. Einfluß des Substrats, II. Einfluß der Temperatur, III. Einfluß des Lichtes.

Außerdem wurden noch einige mir besonders auffallende Erscheinungen berücksichtigt, wie die Bildung eines roten Farbstoffes bei Xylaria arbuscula und die Tropfenabscheidung, die an den jungen Fruchtkörpern der 3 Arten zu beobachten war.

Es ist bemerkenswert, daß es mir, ebensowenig wie allen anderen, die vorher mit Xylarien gearbeitet haben, gelang, Perithezien mit Askosporen zu erhalten. Klebs (1900) wies nach, daß komplizierte Fortpflanzungsvorgänge, wie es die Bildung von Askosporen ja zweifellos sind, auch von verwickelten Außenbedingungen abhängen, so daß sie oft in künstlicher Kultur überhaupt nicht beobachtet werden können. Das Substrat allein kann für die Xylarien nicht in Betracht kommen, denn ich züchtete diese Pilze auf Substraten, die auch in ihrem natürlichen Vorkommen ihnen zum Nährboden dienen, nämlich auf totem Buchen-, Eichen- und Robinienholz. Offenbar muß noch eine ganz bestimmte, im Experiment schwer zu verwirklichende Kombination von Luftfeuchtigkeit und Temperatur hinzukommen, damit die Bildung der Perithezien mit den Askosporen eintreten kann. Dazu kommt, daß die Ausbildung der angelegten Stromata anscheinend sehr langsam vor sich geht[1]).

Beschreibung der untersuchten Arten.

3 Arten von Xylaria kamen zur Untersuchung, 2 einheimische und 1 tropische:

a) Xyl. arbuscula.

Xylaria arbuscula erhielt ich durch die Güte des Herrn Geheimrat Prof. Dr. **Schenck**-Darmstadt aus dem dortigen Botanischen Garten, wo sie sich an Orchideenkästen und toten Palmstämmen eingeschleppt fand. Der Pilz wurde von P. **Magnus** als die von **Saccardo** beschriebene tropische **Xylaria arbuscula** bestimmt und Exemplare der gleichen Spezies auch im botanischen Garten zu Berlin, sowie im Palmengarten zu Frankfurt gefunden.

Das Stroma (Fig. 1a) ist aufrecht, schlank, bäumchenartig verzweigt, 3—4 cm hoch, stielrund, schwarz, unbehaart. Die Spitzen der einzelnen Ästchen sind weiß und tragen wahrscheinlich das Konidienlager. Die Perithezien sitzen in einer kurzen, walzig verdickten Region der Ästchen, die dicht hinter der Spitze beginnt und nur wenige mm lang ist; sie enthalten neben Paraphysen 8-sporige Aszi. Die Sporen sind ellipsoidisch, beiderseits zugespitzt, 12—14 μ lang. 5—6 μ breit. Die Konidien dieser Art sind mir nicht bekannt. Exemplare, die ich Ende April 1918 aus dem Darmstädter Botanischen Garten bekam, zeigten weiße Spitzchen, doch waren noch keine Konidien zu finden. In künstlicher Kultur ist es mir nicht gelungen, Konidienfruktifikation zu beobachten.

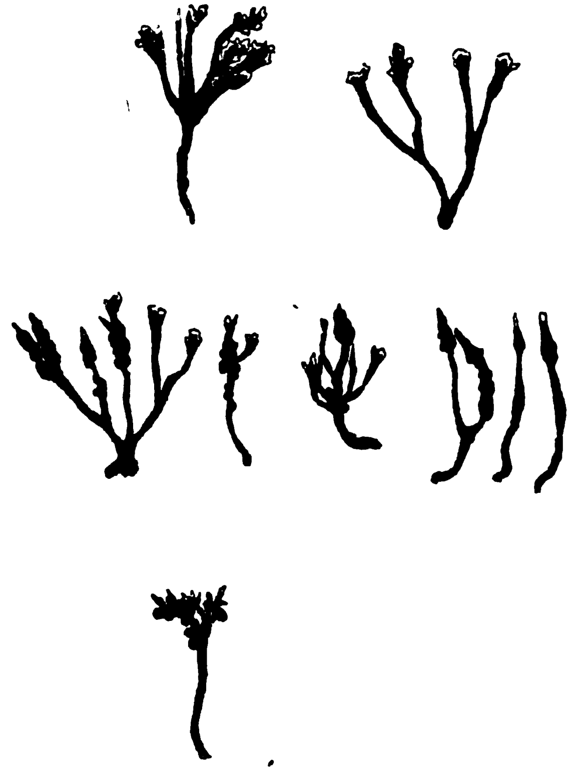


Fig. 1a.

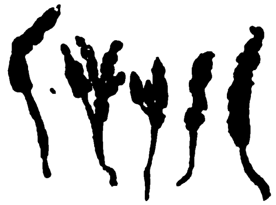


Fig. 1b.

Xylaria arbuscula: a jung, b mit Peritherien.

Die Sporen keimen in Leitungswasser, stark verdünntem Pflaumensaft u. a. bei 30° schon in 15—18 Stunden. An einem beliebigen Punkt der Spore tritt ein Keimschlauch aus, der im Verlauf weniger Tage zu einem reich verästelten Mycel auswächst (Fig. 2). Die einzelnen Hyphen sind hyalin, 1,5—3 μ dick. Das Mycel ist rein weiß, seidenartig glänzend; es wächst unter günstigen Bedingungen sehr rasch (z. B. kann der tägliche Zuwachs auf Malzextraktagar bei 30° C 5—6 mm betragen). Es dringt meist

---

[1]) Die vorliegende Arbeit wurde im Botanischen Institut der Universität Heidelberg ausgeführt. Es sei mir auch an dieser Stelle gestattet, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. **Klebs**, für sein Wohlwollen und Interesse, das er meiner Arbeit schenkte, meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen. Auch Herrn Professor Dr. **Schenk**, Darmstadt, bin ich für die liebenswürdige Überlassung von wertvollem Material herzlich dankbar.

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

nur ½—1 mm in den Agar ein. Bei mäßigem Lichtgenuß können bei 30° C schon nach 5—6 Tagen auf gutem Nährboden die ersten Anlagen von Stromata beobachtet werden, kleine, weiße bis gelbliche, knollige Verdickungen, die gewöhnlich in einem oder mehreren konzentrischen Kreisen angeordnet sind. Gleichzeitig mit dem ersten Auftreten der Stromata oder etwas später sinken einzelne Stücke des Mycels ein und färben sich schwarz: sie bilden die von Harder als Ruhezustand aufgefaßte schwarze Kruste. Gewöhnlich tritt die Verfärbung in der Nähe der Fruchtkörperanlagen auf. Auch die Basis der jungen Stromata schwärzt sich, je mehr sie sich strecken, und bei den mehrere (bis 9 cm) lange Keulen, die in Erlenmeyerkolben am Licht gezogen waren, war selten mehr als die Spitze (2—5 mm) weiß.

b) Xylaria Hypoxylon (Fig. 3).

Dieser Pilz fand sich reichlich auf alten Buchenstümpfen in der Umgebung von Heidelberg. Er wird in Rabenhorsts Kryptogamenflora beschrieben als „3—8 cm hoch, aufrecht, einfach oder verschiedenartig verästelt, meist zusammengedrückt, schwarz, nach unten hin stark zottig, in den Stiel und die meist viel dickere Perithezienkeule gesondert. Aszi zylindrisch, lang gestielt, 8sporig; Sporen spindelförmig, ungleichseitig, beidendig stumpf, schwarz, 12—16 μ lang, 5 bis 6 μ dick. Die Konidien sind spindelförmig, 10 μ lang, 3 μ dick.“ Sie werden von den jüngeren Stromata als weiße pulverige Masse im Spätherbst und Winter abgeschnürt. Perithezien tragende Keulen treten im Dezember-Januar auf; sie sind bei weitem nicht so häufig wie die mit konidienbildendem Hymenium bedeckten Stromata.

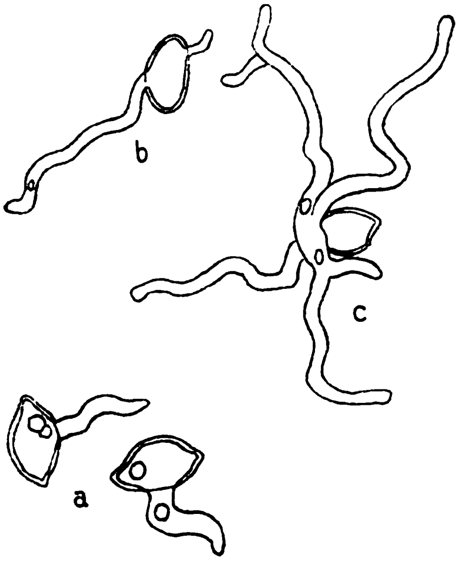


Fig. 2. Xylaria arbuscula, keimende Sporen.
a) 18 Std., b) 32 Std., c) 72 Std. alt.

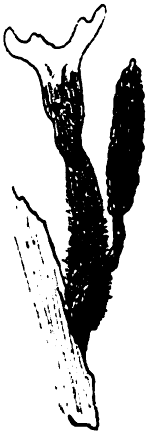


Fig. 3.
Xylaria Hypoxyloss.

Die Sporen keimen leicht in Wasser und verdünnten Nährflüssigkeiten. Dagegen konnte ich die Konidien, die ich von frisch im Wald gesammelten Material erhielt, in Flüssigkeiten nicht zum Keimen bringen; sie taten dies nur auf festem Substrat, z. B. Karottenscheibchen. Das Mycel bietet mikroskopisch den gleichen Anblick wie das von Xyl. arbuscula, die Hyphen sind hyalin, 1—1,5 μ dick. Das Wachstum geht bedeutend langsamer vor sich als bei der vorigen Art; auch treten die ersten Stromata bei optimaler Temperatur (12—16°) erst nach frühestens 20 Tagen auf.

c) Xylaria polymorpha (Fig. 4).

Ein der Hypoxylea-Form angehöriges Exemplar dieser Spezies fand ich bei einem Ferienaufenthalt in Mecklenburg an einem alten Buchenstumpf. Rabenhorsts Kryptogamenflora gibt folgende Beschreibung: „Stroma fast kugelig, später höckerig-rissig, plötzlich in den sehr kurzen Stiel übergehend, anfangs erdfarbig braun, dann schwärzlich werdend, glanzlos. Sporen 24—30 μ lang, 7—9 μ dick.“ Die Konidien überziehen das Hymenium als bräunlich-grauer, pulverartiger Belag; sie sind spindelförmig, 12—15 μ lang, 3—4 μ dick. Weder Sporen noch Konidien gelangten in meinen Versuchen auf Flüssigkeiten zur Keimung; die Konidien keimten auch auf den von mir angewandten festen Substraten — Holz, Malzagar, Karottenscheibchen — nicht, während Sporen auf letzterem Substrat zu einem Mycel heranwuchsen. Äußerlich gleicht das polymorpha-Mycel durchaus dem der vorbenannten Arten, es ist wie diese weiß und seidenartig glänzend. Die einzelnen Hyphen sind 1,2—3 μ dick. Bei etwas älteren Mycelien tritt häufig eine deutliche Neigung zur Strangbildung ein, die den Kulturen ein sternartiges Aussehen verleiht. Die Schwarzfärbung der älteren Mycelteile ist bei weitem nicht so intensiv wie bei Xyl. arbuscula; meist färbt sich das Mycel braun bis schwarzbraun, aber niemals tiefschwarz. Die Wachstumsgeschwindigkeit ist unter optimalen Bedingungen etwa die gleiche wie bei Xyl. arbuscula; schon nach 6—8 Tagen können die ersten Stromaanlagen sichtbar werden. Die Zeit der Konidienfruktifikation fällt (nach Guéguen) in den September; etwas später erscheinen dann die Perithezien.

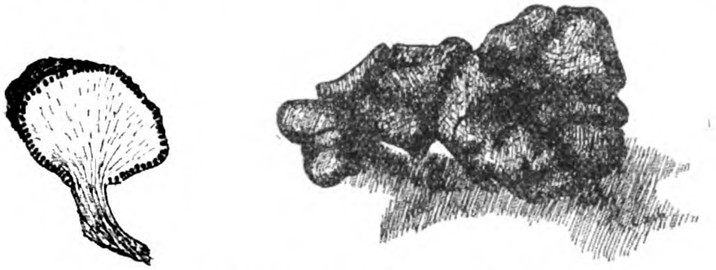


Fig. 4. Xylaria polymorpha.

Tabelle 1.
Unterscheidende Merkmale der 3 Arten.

Spezies	Beschaffenheit der Stromata	Größe der Sporen in μ	Größe der Konidien in μ	Zeit der Fruktifikation	Besondere Merkmale
Xyl. arbuscula	schlank, bäumchenartig verästelt, 3—4 cm hoch	12—14 × 5—6	—	—	Mycel bildet bei Übergang aus 30° zu niederer Temperatur rosa Farbstoff.
Xyl. Hypoxylon	geweihartig verzweigt, meist flachgedrückt, am Grunde oft rauh behaart, 4—8 cm hoch	12—16 × 5—6	10 × 3	November bis Januar	
Xyl. polymorpha f. Hypoxylea	Kugelig, mit sehr kurzem Stiel, ca. 2—3 cm Durchmesser	24—30 × 7—9	14 × 4	September bis November	Mycel neigt zur Strangbildung.

Ältere Arbeiten.

Mit der Kultur und der physiologischen Untersuchung von Xylaria-Arten beschäftigte sich als erster Brefeld (1891). Er kultivierte 6 Xylarien. An Xyl. polymorpha fiel ihm das „eigentümlich seidenglänzende" Aussehen des Mycels auf, sowie die ausgeprägte Neigung der Hyphen, sich zu Strängen zu vereinigen. Auf Objektträgerkulturen erhielt er nach 3 Monaten rein vegetativen Wachstums Fruchtkörperanlagen, die auffälligen Heliotropismus zeigten; sie blieben klein und bildeten keine Perithezien. Noch später entstanden am Mycel dicke, knorrige, septierte Fäden, die sich zu Büscheln vereinigten und hauptsächlich an der Spitze hyaline Konidien abschnürten. Die Konidien waren leicht zum Keimen zu bringen; ihre Keimschläuche traten schon am 2. Tage aus. Eine 2. Konidienfruktifikation trat dann an der Spitze der Stromata ein.

In meinen Kulturen, die allerdings nicht auf Objektträgern, sondern in Erlenmeyerkolben mit Nährflüssigkeit oder in Glasdosen auf einer ca. 10 mm dicken

Malzagarschicht angelegt wurden, traten die Stromata immer schon nach 4 bis höchstens 15 Tagen auf. Konidien am Mycel konnte ich in keinem Falle beobachten, am Stroma dagegen sehr häufig.

Für Xyl. Hypoxylon gilt nach Brefeld das gleiche wie für Xyl. polymorpha. Nur erreichten hier die Stromata normale Größe, was bei Xyl. polymorpha nicht der Fall war. Sie kamen ebenfalls nicht zur Perithezienbildung und waren ausgesprochen heliotropisch. Auch bei Xyl. Hypoxylon konnte ich keine freien Konidienträger beobachten; nur in einem einzigen Falle erhielt ich an einer auf Brot + Pflaumensaft im Erlenmeyerkolben gewachsenen Kultur Konidien als weißliches Pulver an den Fruchtträgern.

Die auf Buchnüssen vorkommende Xylaria carpophila bildete in Brefelds Kulturen keine freien Konidienträger, entwickelte jedoch Konidien an den Stromata. Die Fruchtträger von Xyl. digitata schnürten keine Konidien ab, sondern blieben steril. Xyl. Tulasni und die tropische Xyl. biceps botryosa wuchsen nur als vegetatives Mycel und legten keine Fruchtträger an.

Molisch (1912) prüfte Xylaria Hypoxylon auf die Leuchtfähigkeit des Mycels und kam zu einem negativen Resultat; er wies auf die Guttation und den stark ausgeprägten Heliotropismus der Xylaria-Keulen hin.

Sehr eingehend bearbeitete F. Guéguen die Morphologie und Biologie am Xyl. Hypoxylon und Xyl. polymorpha. Einige seiner Arbeiten waren mir zugänglich. Auf Grund seiner Erforschungen kommt er zu folgenden Ergebnissen:

Die in künstlichen Kulturen erhaltenen Stromata von Xyl. Hypoxylon weichen von den in der freien Natur gefundenen erheblich ab. Sie sind länger und dünner als die in der Natur gewachsenen, bleiben meist unverzweigt, fadenförmig, ihnen fehlt oft die rauhe Haarbekleidung an ihrer Basis; endlich kommen die auf künstlichen Nährböden erzogenen Keulen nie zur Bildung von Perithezien, sondern höchstens zur Anlage von Hyphenknäueln, die Guéguen etwa den Woroninschen Hyphen gleichstellt. Dunkelheit hemmt fast vollständig die Entwicklung der Stromata wie die Konidienbildung. Die schwache Verlängerung der Stromata, die Guéguen bei ins Dunkle versetzten Lichtkulturen in den ersten 2—3 Tagen ihrer Verdunkelung fand, führt er auf eine Nachwirkung des wachstumsfördernden Einflusses des Lichtes zurück. Rotes Licht wirkt wie Dunkelheit.

Große Bedeutung legt Guéguen den „atmosphärischen“ Einflüssen sowie dem Einfluß der Jahreszeiten bei. Xylaria Hypoxylon bildete bei seinen Versuchen nur im Herbst, Winter und Frühjahr Konidien, nicht im Sommer; auch das Wachstum der Stromata schien während der warmen Jahreszeit gehemmt. Dagegen gaben Aussaaten von Sporen der Xylaria polymorpha, die im Februar-März gemacht wurden, von Mitte April bis Ende Oktober reichliche Konidienfruktifikation mit einem Maximum der Produktion von Juni bis September; Aussaaten von Oktober-November lieferten nur steriles Material.

In meinen Versuchen trat ein solcher Einfluß der Jahreszeiten auf Wachstum und Konidienbildung der Xylarien nicht hervor. Die Anlage und Ausbildung der Stromata von Xylaria Hypoxylon erfolgte im Sommer ebenso schnell oder langsam wie im Winter. Sporenaussaaten der Xyl. polymorpha von Oktober-Dezember lieferten Stromata mit reichlicher Konidienfruktifikation im Januar.

Für die von den Naturformen stark abweichenden Kulturformen am Xyl. polymorpha macht Guéguen die atmosphärischen Einflüsse verantwortlich. Da auf den verschiedensten Substraten gleichartige Fruchtkörper auftreten, so scheint ihm die Natur des Nährbodens von geringerer Bedeutung zu sein als die atmosphärischen Bedingungen, wie Temperaturschwankungen, Luftbewegung usw.

Die Dissertation von Linford Freeman (1910) bringt nichts Neues, sondern bestätigt nur einige Ergebnisse früherer Untersuchungen von Guéguen über Wachstum von Xyl. Hypoxylon auf Agar, Einfluß von Farbe und Intensität des Lichtes, Helio- und Geotropismus, Kontaktwirkung und Regenerationsfähigkeit.

Eine entwicklungs-morphologische Untersuchung von H. B. Brown (1913) beschäftigt sich mit der Perithezienbildung und der Entstehung der Konidien von Xylaria tentaculata, Xyl. Trachelina und einer ihm unbekannten Xylaria. Die Konidienträger entstehen als seitliche, kurze Auswüchse von vegetativen Hyphen; an ihren Enden sprossen seitlich die Konidien hervor. Schon während der Konidienbildung lassen sich Anfänge der Perithezienentwicklung beobachten: einige Hyphenschichten bilden unter der Oberfläche dichtere Verflechtungen, in denen sich einige dickere und längere Hyphen hervorheben (Woreninsche Hyphen); diese bilden sich zu Askogonen um.

Hauptsächlich vom forstbotanischen Standpunkt aus untersucht R. Harder (1909) die Wachstumserscheinungen und -Bedingungen von Xylaria Hypoxylon. Seine Resultate sind die folgenden:

Bei Erreichung eines gewissen Alters tritt in den Kulturen von Xyl. Hypoxylon eine Schwarzfärbung und Krustenbildung des Mycels ein; Bedingungen dafür sind, außer geeignetem Nährboden, ein ziemlich hoher Feuchtigkeitsgrad und Zutritt von Luft. Harder faßt die schwarzgefärbte Schicht als einen Dauerzustand des Mycels auf, als eine Schutzvorrichtung, die beim Herannahen ungünstiger Wachstumsbedingungen entsteht; so dient die schwarze Oberfläche der Fruchtkörper zum Schutz gegen zu starke Verdunstung oder ähnliche äußere Einflüsse.

Auch die Bildung der Fruchtkörper bedarf ziemlich hoher Feuchtigkeit, sowohl des Substrats wie der umgebenden Luft. Doch bildeten in Erlenmeyerkolben auf Brot, Stärke usw. gewachsene Fruchtkörper keine Konidien.

Konidienfruktifikation in künstlichen Kulturen ist aber sehr wohl möglich, denn bei einer in einem Erlenmeyerkolben von 200 ccm Inhalt auf Brot + Pflaumensaft gewachsenen Xyl. Hypoxylon sah ich Konidien an einigen Stromata als weißes Pulver entstehen.

Die Zusammensetzung des Nährbodens ist nach Harder von wesentlichem Einfluß auf die Bildung von Fruchtkörpern. In hervorragender Weise eignet sich Stärke, mit Knop-Lösung angerührt, zur Kultur; ihre Konzentration übte keinen wesentlichen Einfluß aus. Die Form der Fruchtkörper, wenn solche überhaupt angelegt werden, wird von der Ernährung nicht beeinflußt.

Junges Mycel neigt mehr zur Bildung von Fruchtkörpern als altes. Außerdem scheint es bezüglich der Fruchtkörperbildung physiologisch verschiedene Rassen zu geben, indem die eine Rasse stets sehr leicht Fruchtkörper bildet, die andere dagegen nicht fruktifiziert.

Harder ließ Licht von verschiedener Farbe und Intensität auf Kulturen mit jungen Fruchtkörperanlagen wirken und fand, daß die Form der Fruchtkörper dadurch nicht verändert wurde. Nur enthielten die ganz verdunkelten Kulturen viel weniger Fruchtkörper als die belichteten; eine Neubildung von Fruchtkörpern unterblieb, es kamen nur die schon vor der Verdunkelung in Ansätzen vorhandenen zur Ausbildung.

Köhler (1907) prüfte die Regenerationsfähigkeit von Xyl. arbuscula und Xyl. Hypoxylon und fand, daß X. arbuscula in allen Phasen der Entwicklung, auch nach der Entwicklung der Askosporen, regenerationsfähig bleibt. Diese Eigenschaft kommt allen lebenden Zellen des Pilzes zu, gleichgültig von welchem Teil des Stromas sie entnommen wurden. Bei Xylaria Hypoxylon dagegen regenerieren die jüngeren, mehr dem Scheitel zu liegenden Stromateile besser als die älteren basalen, denen die Fähigkeit dazu oft abgeht.

Einfluß des Substrats.

Bei der Untersuchung der Substrate war zweierlei zu berücksichtigen, die chemische Beschaffenheit des Nährbodens und seine Konzentration. Während zur Prüfung des Einflusses von Licht und Temperatur Nährböden von unbekannter Zusammensetzung, wie Malz- und Pflaumensaftagar, Karottenscheibchen usw., verwendet wurden, galt es hier, künstlich ein Substrat zusammenzusetzen, das den Xylarien ebenso günstige Wachstumsbedingungen bot. Dabei war einerseits die C-, andererseits die N-Quelle zu untersuchen. Als Kohlenstoffquelle kamen hauptsächlich die Kohlehydrate in Betracht, wie die Zuckerarten, Stärke, Inulin, Dextrin, Mannit. Als Stickstoffquellen dienten Asparagin, Pepton, NH_4NO_3. Diese Stoffe wurden zu einer Stammlösung zugesetzt, die auf 100 ccm Aqu. dest., 0,25 g $MgSO_4$ und 0,25 g KH_2PO_4 enthielt. Ca-Verbindungen wurden nicht zugegeben, da die Xylarien auch ohne diese gut gediehen.

Die zu untersuchenden Myzelien wurden in kleinen, möglichst gleichgroßen Stückchen in Erlenmeyerkolben von 50 ccm Inhalt gebracht, in denen sich etwa 20 ccm Nährflüssigkeit befand. Sie standen 12 bzw. 28 Tage in den Thermostaten von 30° bzw. 20°. Während der Dauer des Versuchs blieben sie sämtlich bakterienfrei.

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

a) Kohlenstoffquelle.

Die Versuche mit Kohlehydraten verschiedener Art wurden zugleich mit den Untersuchungen der N-Quellen gemacht. Daher enthalten die Nährlösungen für diese Versuchsreihe alle 1 Proz. NH_4NO_3, denn es war nicht im Voraus zu sagen, welche der Stickstoffverbindungen den Xylarien die günstigsten Lebensbedingungen liefern würden. Auch bei dieser anorganischen Stickstoffverbindung war das Wachstum mit den meisten Kohlehydraten ausreichend, um einen Vergleich der C-Quellen anzustellen. Für Xylaria Hypoxylon, die in Nährlösungen mit NH_4NO_3 keine Fruchtkörper bildete, wurden die Versuche mit Asparagin (0,5%) als N-Quelle wiederholt. Die Kohlehydrate wurden in einer Konzentration von 4% verwendet. Ich beschränkte mich auf den Vergleich der verschiedenen Zuckerarten, nachdem Vorversuche (mit Xyl. arbuscula) den geringen Nährwert anderer Kohlehydrate bewiesen hatten. Der 6wertige Alkohol Mannit wurde dann auch nur noch bei Xyl. arbuscula geprüft; das Wachstum war gering. Es wurden zunächst verwendet: die Hexosen-Dextrose und Lävulose, das Disaccharid-Rohrzucker und die Polysaccharide Stärke, Dextrin, Inulin. Letzteres wurde bei den Versuchen mit Xyl. polymorpha und Xyl. Hypoxylon weggelassen.

Die Resultate eines 12tätigen Versuchs mit Xyl. arbuscula sind in Tab. 2 wiedergegeben. Danach ist das Wachstum (nach der Trockensubstanz beurteilt) am üppigsten in Stärke, dann folgen Inulin, Lävulose, Rohrzucker, Dextrin, Mannit, Dextrose. Auffallend ist die Tatsache, daß der Traubenzucker, sonst die in Kulturen bevorzugteste C-Quelle für Pilze, hier an letzter Stelle steht. Auf Inulin und Dextrin wurden, trotz guten Mycelwachstums — Inulin steht an 2. Stelle — keine Fruchtkörper gebildet, während es zweifelhaft erschien, ob die kleinen, gelblichen Mycelknoten in der Mannitkultur als Anlagen von Keulen angesehen werden dürften. Deutlich ausgebildet waren übrigens die Stromata in der Kultur auf Lävulose auch nicht.

Tabelle 2.

Xylaria arbuscula auf 1 Proz. NH_4NO_4 + Salze[1]), 12 Tage im Thermostaten von 30°.

C-Quelle	Gewicht in g		Fruchtkörper	Schwarzfärbung	Beschaffenheit des Mycels
	frisch	trocken			
Stärke	1,8984	0,1892	+	+	locker, üppig, Fruchtkörperanlagen in 3 Kreisen (r = 12, 21, 34 mm); kurzes Luftmycel
Inulin	1,5026	0,1802	—	—	fest, kein Luftmycel
Dextrin . . .	1,0012	0,0860	—	—	locker, etwas Luftmycel
Rohrzucker . .	0,8588	0,0924	+	+	locker, wenig Luftmycel
Fruchtzucker .	1,6816	0,1494	+	+	fest, kein Luftmycel
Traubenzucker	0,6132	0,0610	+	+	locker, kein Luftmycel
Mannit	0,5390	0,0628	?	+	locker, kurzes Luftmycel

Tab. 3 zeigt die Ergebnisse eines 28 Tage währenden Versuchs mit Xyl. polymorpha. Dieser Pilz wuchs am kräftigsten auf Traubenzucker.

---

[1]) Salze = 0,25 Proz. $MgSO_4$ + 0,25 Proz. KH_2PO_4.

Tabelle 3.

Xylaria polymorpha auf 1 Proz. NH_4NO_3 + Salze, 24 Tage im Thermostaten von 20°.

C-Quelle	Gewicht in g		Fruchtkörper	Schwarzfärbung	Beschaffenheit des Mycels
	frisch	trocken			
Stärke	1,8378	0,2130	+	—	locker; zahlreiche braune bis 20 mm lange Stromata mit starker Guttation
Dextrin . . .	1,3306	0,1372	+	—	locker mit etwas Luftmycel; zahlreiche braune Stromata mit Guttation
Rohrzucker . .	2,1426	0,1966	+	—	locker, zart; zahlreiche braune Stromata ohne Guttation
Fruchtzucker .	1,9562	0,2018	+	+	locker, z. T. grau; kein Luftmycel; zahlreiche am Impfstück braune, sonst gelbliche Fruchtkörper
Traubenzucker	2,2178	0,2464	+	—	locker; zahlreiche gelbliche Fruchtkörper, mit gelblichen Guttationstropfen bedeckt

Das üppige, lockere Mycel durchsetzte die ganze Flüssigkeit, die in dem Erlenmeyerschen Kölbchen etwa 10 mm hoch stand; es war über und über bedeckt mit 5—10 mm hohen, hellgelblichen Fruchtkörpern, die selbst reichliche Abscheidung gelblicher, klarer Tropfen zeigte. In der Stärkekultur, die dem Trockengewicht nach an 2. Stelle stand, drang das Mycel nur etwa 4 mm tief in die Nährlösung ein. Die zahlreichen Stromata waren bis 20 mm lang und von dunkelbraunem Pseudoparenchym bedeckt. Es folgt an 3. Stelle die Kultur auf Lävulose. Bei ihr war das Mycel an seinen älteren Teilen grau verfärbt; auf dem Impfstück selbst waren zahlreiche, braune, über das übrige Mycel verstreut einige gelbliche Stromata entstanden, die etwas Guttation zeigten. Die Rohrzuckerkultur fiel dadurch auf, daß ihre Keulen keine Tropfen abschieden. Weitaus am schwächsten war das Wachstum auf Dextrin; Mycel und Stromata waren übrigens normal entwickelt.

Als geradezu kümmerlich war das Wachstum der Xyl. Hypoxylon auf den untersuchten Nährflüssigkeiten zu bezeichnen. Offenbar (s. S. 61) war NH_4NO_3 als N-Quelle nicht günstig gewählt. Das Mycel zeigte bei allen diesen Kulturen durchweg ein kränkliches Aussehen. Es bildete keine zusammenhängenden Decken, sondern bestand aus einzelnen, kreisrunden, zum größten Teil untergetauchten Stückchen. (Ein ähnliches Verhalten zeigt nach Nägeli 1882) auch Penicillium, das bei schlechter Ernährung, z. B. mangelhafter Stickstoffversorgung, submers wächst.) In keiner Kultur hatten sich auch nur Anlagen von Stromata gebildet, dagegen war bei fast allen das Impfstück grau verfärbt. Unter dem Mikroskop zeigten die z. T. deformierten, angeschwollenen Hyphen als Inhalt stark lichtbrechende Körnchen.

Nachdem sich aus der Untersuchung der N-Quellen ergeben hatte, daß für Xyl. Hypoxylon das Asparagin die beste Stickstoffquelle sei, wurden die Versuche mit Nährlösungen, die 1 Proz. Asparagin enthielten, mit dieser Xylaria wiederholt. Tab. 5 zeigt die Ergebnisse.

Tabelle 4.

Xylaria Hypoxylon auf 1 Proz. NH_4NO_3 + Salze, 24 Tage im Thermostaten von 20°.

C-Quelle	Gewicht in g		Fruchtkörper	Schwarzfärbung	Beschaffenheit der Mycels
	frisch	trocken			
Stärke	0,3170	0,0532	—	+	locker, in zahlreichen einzelnen Stückchen; Impfstück schwärzlich
Dextrin	0,1606	0,0316	—	+	locker, z. T. untergetaucht, in zahlreichen einzelnen Stückchen; Impfstück grau
Rohrzucker	0,1950	0,0488	—	+	locker, meist untergetaucht in einzelnen Stückchen Impfstück grau
Fruchtzucker	0,6034	0,0978	—	+	locker, in einzelnen Stükken; Impfstück und umliegendes Mycel grau
Traubenzucker	0,2574	0,0268	—	—	locker, in einzelnen Stückchen, meist untergetaucht, Impfstück nicht verfärbt

Tabelle 5.

Xylaria Hypoxylon auf 5 Proz. Asparagin + Salze, 22 Tage im Thermostaten von 20°.

C-Quelle	Gewicht in g		Fruchtkörper	Schwarzfärbung	Beschaffenheit des Mycels
	frisch	trocken			
Stärke	1,5248	0,2428	+	—	locker, üppig, etwas Luftmycel, zahlreiche Fruchtträger mit Guttation
Dextrin	1,1242	0,1624	+	—	locker, kurzes Luftmycel, wenige kleine Fruchtkörper
Rohrzucker	0,8774	0,0940	+	+	locker, kurzes Luftmycel, einige Fruchtkörper
Fruchtzucker	0,8198	0,0886	?	—	feste Decke, in der Mitte gelblicher Zucker mit Guttation
Traubenzucker	0,6644	0,0592	—	—	locker, zart

Danach ist Stärke der beste Nährboden für X. Hypoxylon. Hierin stimmt X. Hypoxylon mit X. arbuscula überein. Dann folgen Dextrin, Rohrzucker, Fruchtzucker und an letzter Stelle Traubenzucker. Auch das relativ geringste Wachstum auf Dextrose fand sich bei X. arbuscula. Es hängt dies offenbar damit zusammen, daß beim Verbrauch der Dextrose mehr organische Säure frei wird als z. B. bei der Verbrennung der Lävulose durch den gleichen Pilz. Da nun das Substrat durch die Anwesenheit von 0,25 Proz. KH_2PO_4 schon ohnedies sauer war, so wird die starke Ansammlung von Säure das Wachstum gehemmt haben (s. auch S. 62).

Um das Verhalten der Xylarien zu reiner Zellulose als C-Quelle zu untersuchen, wurde reines, schwedisches Filtrierpapier in kleine Stückchen zerschnitten und mit einer Lösung von 0,25 Proz. $MgSO_4$, 0,25 Proz. KH_2PO_4 und 0,5 Proz. NH_4NO_3 in einem Porzellanmörser zu einem dicken Brei zerrieben, in kleine Glasdosen gefüllt, sterilisiert und beimpft. Das Mycelwachstum war bei allen 3 Arten gut; X. arbuscula und X. polymorpha bildeten auch Fruchtkörper.

Schließlich wurde auch noch Eiweiß als Nährsubstrat untersucht. Es konnte allerdings nur in koaguliertem Zustand benutzt werden, da es unmöglich war, eine Eiweißlösung während der ganzen Dauer des Versuchs bakterienfrei zu erhalten. Das Albumin (Grübler) wurde in Wasser gelöst und mit 1,5 Proz. Agar-Agar im Autoklaven bei 1½ Atm. Druck sterilisiert. Das Wachstum der Xylarien war äußerst schwach; das Mycel breitete sich sehr langsam aus und blieb zart, teilweise fast unsichtbar. Fruchtkörperanlagen bildeten sich nicht. Demnach ist geronnenes Eiweiß nicht als günstiges Substrat zu betrachten.

b) Stickstoffquelle.

Die Nährlösungen für diese Versuche enthielten 4 Proz. Rohrzucker, 0,25 Proz. $MgSO_4$, 0,25 Proz. KH_2PO_4 und 1 Proz. Asparagin oder NH_4NO_3 oder 0,5 Proz. Pepton. Zwecks Vergleichung der NO_3- und der NH_4-Gruppe wurden noch gleiche Nährflüssigkeiten mit 0,5 Proz. KNO_3 bzw. $(NH_4)_2SO_4$ hergestellt.

Als die günstigste Stickstoffquelle ist für alle 3 Xylarien das Asparagin zu betrachten. Auf asparaginhaltigen Lösungen bildeten alle lockeres, die ganze Flüssigkeit erfüllendes Mycel und mehr Fruchtkörper als auf den übrigen Substraten. Außer bei X. Hypoxylon war auch das Trockengewicht der Asparaginkulturen das höchste. X. Hypoxylon nimmt hier eine Ausnahmestellung ein: sie bildet weder mit Pepton, noch mit NH_4NO_3 Fruchtkörper, was bei den beiden anderen Xylarien der Fall ist, und ihr Trockengewicht ist bei Pepton am höchsten, fast 4mal so hoch wie bei Asparagin. Dem vegetativen Wachstum dieser Art ist also Pepton als N-Quelle sehr günstig, der Fortpflanzung offenbar nicht, denn die Peptonkultur wies keine Anlagen von Fruchtkörpern auf. Diese wurden nur auf Asparagin gebildet.

Das höchste Frischgewicht wurde bei X. arbuscula auf NH_4NO_3 erreicht. Das Trockengewicht stand hinter dem der Asparaginkultur bedeutend zurück und war fast so gering wie das im Pepton (s. Tab. 6). Die Fruchtkörperanlagen standen bei der Asparagin- und der NH_4NO_3-Kultur in 3 resp. 4 konzentrischen Kreisen. Bei der Peptonkultur waren sie unregelmäßig über die ganze Fläche des Mycels verstreut. Das Mycel selbst war, im Gegensatz zu den beiden Kulturen, hier auf dem Pepton dicht, nicht flockig, sondern von glatter Oberfläche, ohne Luftmycel, so wie es in anderen Fällen bei ungünstigen Kulturbedingungen zu sein pflegt. Das ursprünglich hellgelbe Pepton hatte eine intensiv gelbrote Färbung angenommen. Die gleiche Färbung der Peptonlösung stellte sich, zugleich mit alkalischer Reaktion, auch bei den Kulturen von X. polymorpha und X. Hypoxylon ein.

X. polymorpha verhielt sich in bezug auf die Stickstoffquellen ähnlich wie X. arbuscula. Das höchste Frisch- und Trockengewicht wurde in der Kultur auf Asparagin erreicht. Die Fruchtkörper bedeckten die ganze Oberfläche des lockeren Mycels, das bis 10 mm in die Flüssigkeit eindrang; sie waren gelblich gefärbt, 5—10 mm lang und mit zahlreichen Tropfenausscheidungen bedeckt. Weniger gut war das Wachstum auf NH_4NO_3. Die Fruchtkörper waren von braunem Pseudoparenchym umkleidet. Am dürftigsten war das Wachstum auf Pepton: lockeres, sehr zartes

Mycel, kleine, kaum millimeterlange Fruchtkörperanlagen von hellgelblicher Farbe.

Tabelle 6.
Xylarien-Kulturen auf 4 Proz. Rohrzucker + Salze.
Xylaria arbuscula 12 Tage im Thermostaten von 30°.

N-Quelle	Gewicht in g frisch	Gewicht in g trocken	Fruchtkörper	Schwarzfärbung	Beschaffenheit des Mycels
Asparagin 1%	1,7976	0,2212	+	+	flockig, Luftmycel in 6 konzentrischen Ringen stärker und schwächer; Fruchtkörper in 3 Kreisen
NH_4NO_3 1% .	1,8350	0,1330	+	+	locker, Fruchtkörper in 4 Kreisen
Pepton 0,5% .	1,1778	0,1294	+	+	dicht, anliegend, ohne Luftmycel; Fruchtkörper nicht in Kreisen. Pepton gelbrot
Xylaria polymorpha 28 Tage im Thermostaten von 20°.					
Asparagin 1%	2,5106	0,3116	+	—	locker, unter dem Impfstück hart, knollig; sehr zahlreiche gelbliche Fruchtkörper
NH_4O_3 1% . .	1,2244	0,1256			locker, zahlreiche braune Fruchtkörper
Pepton 1% . .	0,9894	0,0962	+	—	locker, spärlich; zahlreiche sehr kleine gelbliche Fruchtkörper
Xylaria Hypoxylon 28 Tage im Thermostaten von 20°.					
Asparagin 1%	0,9208	0,0514	+	+	locker, wenige Fruchtkörper
NH_4NO_3 1% .	0,1502	0,0224	—	+	locker, in zahlreichen, meist untergetauchten Stücken; Impfstück grau
Pepton 0,5% .	1,5106	0,2010	—	+	locker; Luftmycel in 4 Hexenringen mit dunkleren Zonen abwechselnd

Xyl. Hypoxylon wich bei meinen Versuchen von den beiden anderen Arten insofern ab, als sie gerade auf 0,5 Proz. Pepton am üppigsten gedieh. Allerdings erstreckte sich das starke Wachstum nur auf das Mycel, das locker in 4 deutlichen Ringen, die durch dunkler gefärbte Zonen geringeren Wachstums voneinander getrennt waren, den größten Teil des Flüssigkeitsspiegels einnahm, etwa 10 mm tief in diese eindrang und an der Seite, wo das alte Impfstück der Glaswand anlag, ihr Luftmycel an dieser etwa 27 mm hoch emporsandte. Fruchtkörperanlagen fehlten. Auch auf Asparagin war das Wachstum gut; das Mycel erfüllte bis zu einer Tiefe von 12 mm die Nährlösung. Am Impfstück und wenige Millimeter davon entfernt hatten sich einige Fruchtkörper gebildet. Merkwürdig dürftig war das Wachstum auf der NH_4NO_3-Lösung. Das Impfstück selbst war grau gefärbt; es hatte kaum irgendwelcher Zuwachs daran stattgefunden. Abgelöst vom Impfstück und in der Nährlösung untergetaucht, hatten sich noch 3 kleine Mycelien von flach zylindrischer Gestalt entwickelt.

Das so außerordentlich geringe Wachstum von X. Hypoxylon auf Lösungen mit NH_4NO_3 legte die Frage nahe, ob die NH_4- oder die NO_3-

Gruppe von ungünstigem Einfluß auf die Entwicklung des Pilzes sei. Die Untersuchung erstreckte sich auch auf X. polymorpha und X. arbuscula. Die dazu benutzten Nährlösungen enthielten, neben 4 Proz. Rohrzucker, 0,25 Proz. $MgSO_4$, 0,25 Proz. KH_2PO_4 und 0,5 Proz. $(NH_4)_2SO_4$ bzw. 0,5 Proz. KNO_3.

Schon makroskopisch ließ sich für X. arbuscula ein deutlicher Unterschied in der Wachstumsintensität auf den beiden N-Quellen erkennen (s. auch Tab. 7). Auf KNO_3 bildete das Mycel in 23 Tagen eine feste, dichte Decke mit kurzem, kräftigem Luftmycel, die den ganzen Flüssigkeitsspiegel bedeckte. Die Fruchtkörperanlagen waren als kleine, gelbliche Knötchen erkennbar. Auf $(NH_4)_2SO_4$ hatte der Pilz keine zusammenhängende Decke bilden können; das Mycel war locker, in einzelnen Stückchen gewachsen. Die Hyphen zeigten unter dem Mikroskop blasige Auftreibungen und als Inhalt lichtbrechende Körnchen. Fruchtkörper waren nicht angelegt.

Tabelle 7.

Kulturen auf 4 Proz. Rohrzucker + Salze.

Xylaria arbuscula 27 Tage im Thermostaten von 30°.

N-Quelle	Gewicht in g frisch	Gewicht in g trocken	Fruchtkörper	Schwarzfärbung	Beschaffenheit des Mycels
KNO_3 0,5%	4,0684	0,3758	+ ?	+	dicht, feste Decke; Fruchtkörperanlagen als kleine Knötchen
$(NH_4)_2SO_4$ 0,5%	0,8880	0,0204	—	+	locker, in einzelnen Stückchen, z. T. untergetaucht
Xylaria polymorpha 31 Tage im Thermostaten von 20°.					
KNO_3 0,5%	0,5730	0,0428	+	+	sehr locker, das ganze Flüssigkeitsvolumen ausfüllend, gallertig, ohne Luftmycel. 2 Fruchtk. mit Konidien
$(NH_4)_2SO_4$ 0,5%	0,0742	0,0058	—	—	3 Stücke, locker; Impfstück nicht verfärbt
Xylaria Hypoxylon 22 Tage im Thermostaten von 20°.					
KNO_3 0,5%	0,7264	0,0942	—	+	locker, in mehreren Stükken; Impfstück z. T. geschwärzt
$(NH_4)_2SO_4$ 0,5%	0,3186	0,0426	—	+	in einzelnen, z. T. untergetauchten Stücken; Impfstück schwarz, krümlig, mit aufgerollten Rändern

Das Mycel von X. polymorpha erfüllte das ganze Volumen der KNO_3-haltigen Lösung; die Kultur machte den Eindruck einer Gallerte. Luftmycel war gar nicht ausgebildet, die Hyphen wuchen alle submers bzw. eben unter der Flüssigkeitsoberfläche. Auf dem schwarz verfärbten Impfstück hatten sich 2 Stromata gebildet, die reichlich Konidien abschnürten. Auf der $(NH_4)_2SO_4$-Lösung waren nur 3 kleine Stückchen lockeren, weißen Mycels entstanden. Verfärbung des Impfstücks und Bildung von Fruchtkörpern war nicht eingetreten.

Am geringsten ausgeprägt war der Wachstumsunterschied auf den beiden N-Quellen bei X. Hypoxylon. Auf KNO_3 hatten sich einige kleine

Decken von lockerem Mycel gebildet; das Impfstück war zum Teil geschwärzt. Fruchtkörperanlagen waren nicht gebildet worden. Auf $(NH_4)_2SO_4$ zeigte das Mycel ein ungesundes Aussehen. Das Impfstück war schwarz gefärbt und an den Rändern stark eingerollt; außerdem fanden sich zahlreiche, meist untergetauchte Mycelstückchen. Stromata waren nicht angelegt.

Aus diesen Versuchen geht deutlich hervor, daß bei gleichzeitiger Ernährung mit Rohrzucker und Mineralsalzen KNO_3 als Stickstoffquelle erheblich günstiger ist als $(NH_4)_2SO_4$. Medisch (1910) hat das Wachstum von Hypocrea rufa auf Nährlösungen mit Ammonsalzen und auf solchen mit Nitraten als N-Quelle verglichen und ist zum Resultat gekommen, daß der Pilz in nitrathaltigen Nährlösungen besser gedieh als in solchen mit NH_4-Salzen der starken Säuren. Wenn er jedoch in letzteren Nährflüssigkeiten für Neutralisation der entstehenden Säure sorgte, so war das Trockengewicht in diesen Kulturen höher als in solchen mit Nitraten. Bei der N-Assimilation wird bei den Ammonsalzen die btr. Säure frei und sammelt sich in der Kulturflüssigkeit an. Ist diese Säure eine starke, z. B. HNO_3, H_2SO_4, so wirkt ihre Ansammlung in der Nährlösung schädigend auf den Pilz ein. An sich sind die Ammonsalze als Stickstoffquelle vielleicht noch günstiger als die Nitrate. Damit würde auch eine Beobachtung übereinstimmen, die ich bei allen meinen Kulturversuchen mit NH_4-Salzen machte, nämlich, daß das Wachstum anfänglich sehr üppig war und sich nach einiger Zeit deutlich verlangsamte; bei den vergleichenden Versuchen mit NH_4 und NO_3-Salzen waren die Kulturen mit NH_4 Salzen bei allen 3 Xylarien den NO_3-Kulturen in der ersten Zeit überlegen und wurden erst nach 5—8 Tagen von diesen eingeholt. Anfangs war eben die Ansammlung freier Säure in der Kulturflüssigkeit so gering, daß sie das Wachstum nicht beeinträchtigte; ihr hemmender Einfluß trat erst bei allmählich steigender Konzentration der HNO_3 resp. H_2SO_4 zutage. Die aus Tab. 2 und 3 ersichtliche Tatsache, daß in Kulturen mit Fruchtzucker als C-Quelle X. arbuscula und X. polymorpha ein höheres Trockengewicht erreichten als auf Traubenzucker, deutet darauf hin, daß auch diese beiden Pilze bei der Verarbeitung von Lävulose weniger Säure erzeugen als bei der von Dextrose — ein Verhalten, das Medisch für Hypocrea rufa nachgewiesen hat.

Wird KNO_3 als Stickstoffquelle gegeben, so wird durch die N-Assimilation daraus die Base freigemacht. Diese wirkt den bei der Verarbeitung der Kohlehydrate entstehenden organischen Säuren entgegen und kann sogar, wie Medisch bei Hypocrea rufa fand, zur allmählichen Alkalisierung der Nährflüssigkeit führen. Bei den Xylarien jedoch ist die Verbrennung der Kohlehydrate eine so lebhafte, daß die (durch die Anwesenheit von KH_2PO_4 bedingte) saure Reaktion der Nährlösung erhalten blieb.

Harder hat für Xyl. Hypoxylon nachgewiesen, daß dieser Pilz am besten auf schwach saurem Nährboden wächst; Alkalescenz wirkte in steigendem Maße wachstumshemmend. Es wurde der Versuch gemacht, das Wachstum der 3 Xylarien auf alkalischem, neutralem und saurem Substrat quantitativ zu vergleichen. Zu der ersten Nährlösung wurde statt 0,24 Proz. KH_2PO_4 ein gleicher Prozentsatz K_2HPO_4 zugesetzt, eine zweite Lösung, die 0,25% KH_2PO_4 enthielt, wurde mit Na_2CO_3 neutralisiert, die dritte, KH_2PO_4-haltige Lösung blieb unverändert. Alle 3 Nährlösungen enthielten außerdem 0,25 Proz. $MgSO_4$ und 4 Proz. Rohrzucker, als Stickstoffquelle diente NH_4NO_3 (0,5 Proz.), das für X. Hypoxylon durch 0,5 Proz. Asparagin ersetzt wurde. Die Mycelstückchen von

X. arbuscula bzw. X. polymorpha und X. Hypoxylon wurden in kleine Erlenmeyerkölbchen mit ca. 20 ccm Nährlösung übertragen und in den Thermostaten von 30 bzw. 20° gebracht; sie blieben dort 17 bzw. 22 Tage.

Tabellen 8—10.

Kulturen auf 4 Proz. Rohrzucker + 0,5 Proz. NH_4NO_3 (bzw. Asparagin) + Salze.

Xylaria arbuscula 17 Tage im Thermostaten von 30°.

Reaktion	Gewicht in g		Fruchtkörper	Schwarzfärbung	Beschaffenheit des Mycels
	frisch	trocken			
sauer . . .	1,2706	0,2116	+	+	lockere Decke, zahlreiche Fruchtkörper
neutral . .	1,7134	0,1716	?	—	feste Decke
alkalisch . .	0,8948	0,0922	—	+	fest, in mehreren Stücken mit eingerollten Rändern, grau
Xylaria polymorpha 22 Tage im Thermostaten von 20°.					
sauer . . .	1,9875	0,2042	+	—	lockere, große Decke; zahlreiche an der Basis braune Fruchtkörper
neutral . .	1,6445	0,1532	?	—	feste Decke; zahlreiche gelbliche Knötchen
alkalisch . .	0,9234	0,1014	—	+	fest, in mehreren Stücken, z. T. grau
Xylaria Hypoxylon 22 Tage im Thermostaten von 20°.					
sauer . . .	0,6654	0,0628	+	+	locker, viel Luftmycel, ältere Teile geschwärzt
neutral . .	0,6332	0,0604	—	+	locker, wenig Luftmycel, z. T. grau
alkalisch . .	0,5788	0,0682	—	+	locker, glatt anliegend, in mehreren großen Stücken, z. T. verfärbt

Das Verhalten der 3 Arten den verschiedenen Reaktionen der Nährflüssigkeit gegenüber war ziemlich übereinstimmend. Die saure Reaktion war für das Mycelwachstum sowie für die Stromabildung am günstigsten; neutrale Reaktion erlaubte noch kräftiges vegetatives Wachstum, hemmte jedoch die Fruchtkörperbildung. Es war nicht sicher, ob die kleinen, gelblichweißen Mycelknötchen, die sich auf neutralem Substrat bei Xylaria arbuscula und X. polymorpha entwickelt hatten, als Anlagen von Stromata anzusehen seien. Während das Gewicht der Kulturen auf saurer und auf neutraler Lösung annähernd gleich war, war es auf alkalischer Flüssigkeit deutlich geringer. Das Mycel zeigte kränkliches Aussehen; es bildete keine zusammenhängende Decke, sondern wuchs in einzelnen Stücken, deren Ränder zum Teil eingerollt waren. Auffallend war es, daß die ursprünglich alkalisch gewesene Nährflüssigkeit bei Xylaria arbuscula am Ende des Versuchs eine schwach saure, bei den beiden anderen Arten neutrale Reaktion aufwies.

II. Konzentration.

Um das Verhalten der 3 Xylarien gegenüber Nährsubstraten mit verschieden hohem Zuckergehalt zu prüfen, wurden Nährlösungen mit 0,25 Proz.

$MgSO_4$, 0,25 Proz. KH_2PO_4 und 0,5 Proz. Asparagin hergestellt, die 1 Proz., 4, 8, 16, 32 und 50 Proz. Rohrzucker enthielten. Die mit X. arbuscula beimpften Erlenmeyerkölbchen standen 18 Tage im Thermostaten von 30°, die Kulturen von X. polymorpha und X. Hypoxylon 22 Tage im Thermostaten von 20°. Tab. 11—13 geben die Ergebnisse dieses Versuchs wieder.

Tabelle 11.

Xylaria arbussula auf Rohrzucker + 0,5 Proz. Asparagin + Salze, 18 Tage im Thermostaten von 30°.

Konzentration in %	Gewicht in g		Fruchtkörper	Schwarzfärbung	Beschaffenheit des Mycels
	frisch	trocken			
1	0,8872	0,0546	+	+	locker; einige Fruchtkörper.
4	1,6382	0,1988	+	+	locker, zahlreiche Fruchtkörper
8	1,7004	0,2562	+	+	feste Decke, z. gr. Teil geschwärzt, zahlreiche Fruchtkörper.
16	1,0632	0,2174	?	+	fest, meist schwarz; zahlreiche Mycelknötchen.
32	0,9946	0,0838	—	—	fest, anliegend.
50	—	—	—	—	kein Zuwachs.

Tabelle 12.

Xylaria polymorpha auf Rohrzucker + 0,5 Proz. Asparagin + Salze, 22 Tage im Thermostaten von 20°.

Konzentration in %	Gewicht in g		Fruchtkörper	Schwarzfärbung	Beschaffenheit des Mycels
	frisch	trocken			
1	0,1906	0,0266	+	+	flockig, in mehreren Stücken; viele sehr kleine Fruchtkörper
4	1,9846	0,2284	+	+	locker; zahlreiche braune Fruchtkörper.
8	1,2062	0,1850	+	+	locker; zahlreiche gelbliche kleine Fruchtkörper.
15	0,9504	0,1036	?	+	locker, in großen Falten; knollige Fruchtkörper (?).
32	0,0938	0,0112	—	—	locker, stark gefaltet.
50	—	—	—	—	kein Zuwachs.

Tabelle 13.

Xylaria Hypoxylon auf Rohrzucker + Asparagin in 0,5 Proz. + Salze, 22 Tage im Thermostaten von 20°.

Konzentration in %	Gewicht in g		Fruchtkörper	Schwarzfärbung	Beschaffenheit des Mycels
	frisch	trocken			
1	0,6656	0,0650	—	+	locker, in 9 großen Stücken, z. T. grau.
4	0,9164	0,0998	+	+	locker, zusammenhängende Decke.
8	0,5712	0,0877	+	+	locker, wenige Fruchtkörper.
16	0,3624	0,0488	—	+	locker, z. T. grau.
32	0,0554	0,0086	—	—	locker, in mehreren Stücken.
50	—	—	—	—	kein Zuwachs.

Ein Vergleich der Tabellen zeigt, daß Xylaria arbuscula höhere Konzentrationen verträgt als die beiden anderen Pilze. Das Wachstumsoptimum scheint für sie etwa bei 8 Proz. zu liegen, während es bei dieser Konzentration für die beiden anderen Arten schon überschritten ist. Auch scheint das Maximum bei 32 Proz. für X. arbuscula noch nicht erreicht zu sein: Fruchtkörper wurde zwar nicht mehr angelegt, ebensowenig dunkler Farbstoff, aber das Mycel bildete noch eine kräftige, feste Scheibe auf der Flüssigkeit, deren Gewicht noch größer war als das des auf 1 Proz. Rohrzucker angewachsenen Mycels.

Die Konzentration von 16 Proz. wirkte bei allen 3 Arten hemmend auf die Fruchtkörperbildung ein. Bei X. arbuscula und X. polymorpha kam es noch zur Anlage von knolligen, gelblichen Mycelknötchen, die nicht sicher als junge Stromata gedeutet werden konnten. Bei X. Hypoxylon unterblieb auch dies. Das Mycelwachstum der 3 Xylarien war bei dieser Konzentration noch recht kräftig. Die Tatsache, daß durch steigende Konzentration die Bildung der Fortpflanzungsorgane eher beeinträchtigt wird als das vegetative Wachstum, steht im Einklang mit der von Klebs (1900, S. 86) aufgestellten allgemeinen Regel, daß „die Wirkungsgrenzen der allgemeinen Lebensbedingungen für die Fortpflanzung enger gezogen sind als für das Wachstum“. Für X. Hypoxylon ist bei 32 Proz. die Maximalkonzentration schon fast erreicht; es hatte sich schleierartig dünnes, zartes Mycel in mehreren, z. T. untergetauchten, Stücken gebildet.

Bei 50 Proz. hatte keine der untersuchten Arten gedeihen können, die Impfstücke schwammen unverändert, ohne den geringsten Zuwachs auf der Flüssigkeit.

Aus diesen Versuchen geht hervor, daß die 3 Xylarien einen ziemlich hohen osmotischen Druck ertragen können, zum mindesten von ungefähr 21,9 Atm., entsprechend einer Rohrzuckerlösung von 32 Proz.; X. arbuscula verträgt sogar sicher, X. polymorpha wahrscheinlich noch höhere Drucke. Für X. Hypoxylon ist mit 21,9 Atm. die obere Grenze fast erreicht.

Einfluß des Lichtes.

Meine Versuche mit Licht von verschiedener Farbe und Intensität ergaben auch für X. arbuscula wesentlich die gleichen Resultate, wie Guéguen sie für X. Hypoxylon, X. polymorpha gefunden hat.

Im Tageslicht traten bei günstiger Temperatur auf geeigneten Nährböden (Malzextraktagar, Karotten usw.) die Stromata von X. arbuscula schon nach 5 Tagen auf; nach weiteren 2 Tagen begann das Mycel sich dunkel zu färben; auch die Basis der bisher weiß gebliebenen Stromata schwärzte sich. Die jungen Stromata von X. polymorpha erschienen unter günstigen Bedingungen nach 6—7 Tagen, die von X. Hypoxylon nach 2—3 Wochen. Bei dieser letzten Form geht die Schwärzung des Mycels häufig der Stromabildung voraus, während sie bei den vorhergenannten Arten sich erst nach dem Auftreten der Stromaanlagen zeigt und häufig von der Basis derselben ausgeht.

Auch in absoluter Dunkelheit gehaltene Kulturen der 3 untersuchten Arten stimmten in den Hauptzügen ihres Verhaltens miteinander überein. Vom 1. Tage der Verdunkelung ab bildeten sie starkes Luftmycel, das z. B.

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

bei X. arbuscula bis 10 mm hoch wurde, während bei den Lichtkulturen das Mycel in der Regel dem Substrat flach aufliegt. Das Mycel stieg an der Wand der Glasdose auf und bekleidete zum großen Teil den Deckel derselben. Fruchtkörperanlagen traten gewöhnlich nicht auf, oder es fand sich eine ganz geringe Anzahl deformierter Keulchen. Deutlich war der Unterschied der am Licht gebildeten von den im Dunkeln entstandenen Fruchtkörperanlagen. Letztere waren häufig deformiert, flach, aufgetrieben und stets schwächlich; sie blieben weißlich oder grau gefärbt, und der Farbenunterschied zwischen der weißen Spitze und der dunklen Basis trat nie hervor. Entgegen den Angaben von R. Harder, der wohl allerdings nur mit Hypoxylon-Kulturen gearbeitet hat, die nach einer Zeit des Lichtgenusses verdunkelt worden waren, traten bei den untersuchten Arten gelegentlich auch Stromaanlagen in solchen Kulturen auf, die von der Keimung an in absoluter Dunkelheit gehalten worden waren. Sie waren jedoch immer nur in sehr geringer Anzahl vorhanden, zeigten das erwähnte abweichende Aussehen und traten viel später auf als in Lichtkulturen unter sonst gleichen Verhältnissen (Fig. 5).

Um festzustellen, welche Lichtintensität noch hinreicht, um Stromabildung hervorzurufen, wurde folgender Versuch angestellt: Im Dunkelraum in dem eine 360kerzige Azo-Lampe brannte, wurde ein 2,20 m langes, 50 cm hohes und 50 cm breites Holzgerüst aufgestellt und mit Pappdeckeln und schwarzen Tüchern durchaus lichtdicht bedeckt. In diesem Dunkelkasten brannte am einen Ende eine elektrische Lampe, die durch die Akkumulatorenbatterie des Botan. Instituts gespeist wurde. Am Anfang des Versuchs hatte sie eine Lichtstärke von 6,3 HK, die im Lauf des Versuchs auf 4,7 HK sank. In gleicher Höhe mit ihr wurden Glasdosen senkrecht aufgestellt; die Dosen waren mit X. polymorpha auf Malzagar beimpft und 4 Tage im Thermostaten von 20° im Dunkeln angetrieben worden. Sie waren 25, 100 ,150 und 200 cm von der Lampe entfernt, außerdem in 200 cm Entfernung waren noch 2 Kästchen mit eingelassenen Rauchglasplatten aufgestellt, die das Licht auf 25 bzw. 40 Proz. seiner ursprünglichen Intensität schwächten. Auch in diesen Kästchen befanden sich Kulturen. Die Temperatur wurde mit 2 Maximum-Minimum-Thermometern in 50 und 200 cm Abstand von der Lampe gemessen und durch einen kleinen elektrischen Heizkörper auf einer Höhe um 20° gehalten. Nach einer Versuchsdauer von 12 Tagen waren in den Kulturen in 25 und 100 cm Abstand von der Lampe einige Stromata gebildet worden; die übrigen Kulturen zeigten nur eine Graufärbung, deren Intensität mit der steigenden Entfernung von der Lichtquelle abnahm und hinter der dunkleren der beiden Rauchglasplatten kaum mehr bemerkbar war. Eine Kontrollkultur, die in einer gleichen Glasdose 50 cm von der 360-HK-Lampe aufgestellt worden war, zeigte nach 4 Tagen normale Stromaanlagen.

Ein Maximum der Lichtintensität konnte für X. polymorpha nicht gefunden werden; das Minimum scheint nach dem eben beschriebenen Versuch zwischen 6 und 2,6 HK zu liegen.

Da die Wirkung der Lichtstrahlen verschiedener Brechbarkeit auf X. Hypoxylon und X. polymorpha schon von Guéguen genauer untersucht sind, blieb mir nur noch übrig, nachzuprüfen, ob die Resultate seiner Versuche auch für X. arbuscula Gültigkeit hätten. Wie zu erwarten war, traf dies zu.

Zu meinen Versuchen benutzte ich hauptsächlich die **Miethe**schen Farbenfilter, deren Spektralbezirke ich mit dem Handspektroskop feststellte. Zur Anwendung kamen meist die beiden Farben blau und dunkelrot. Die Filter ließen durch:

blau . . . . . λ = 520—420 μμ
rot (dunkel) . „ = 660—690 „
„ (hell) . . . „ = 660—710 „
gelb . . . . . „ = 690—510 „
grün (hell) . . „ = 590—560 u. 720—690 μμ (rot).

Die spektroskopische Prüfung der Farbfilter wurde bei Sonnenlicht vorgenommen. Die Malzextraktkulturen in kleinen Glasdosen standen im Thermostaten von 30° direkt an der Glastür; über sie waren aus schwarzer Pappe geklebte Kästchen gestülpt, in deren vordere Wand die Filter eingesetzt waren.

Über die Ergebnisse der Versuche gibt Tabelle 14 eine Übersicht.

Tabelle 14.
Xylaria arbuscula auf Malzagar im Thermostaten von 30°

	Tageslicht	Dunkel	Rot	Blau
Täglicher Zuwachs (durchschnittlich)	4,1	4,5	5,4	5,7
Fruchtkörperanlagen	nach 3 Tagen, entwickeln sich normal	keine	nach 7 Tagen wenige (3—6) f. K., deformiert	nach 5 Tagen, weniger u. schwächer entwickelt als am Tageslicht.
Beschaffenheit des Mycels	gedrungen, dem Substrat anliegend, deutliche Hexenringbildung	starkes, bis 9 mm hohes Luftmycel	viel Luftmycel, an der Gefäßwand aufsteigend	üppiger, dichter Mycelrasen, mäßig viel Luftmycel

Andere Versuche mit gelben und grünen Filtern ergaben, daß Grün, ähnlich wie Rot, fördernd auf das Wachstum des Luftmycels, hemmend auf die Bildung von Keulen einwirkt. Auch im gelben Licht entstehen nur wenige, verkrüppelte Fruchtkörper. Im Lichte der roten Filter entstanden hin und wieder einzelne Fruchtkörperanlagen, aber sie blieben kurz, entweder fadenförmig dünn oder unförmig aufgetrieben oder verbreitert; sie erreichten nur selten eine Höhe von wenigen Millimetern. Auch in absolut dunkel gehaltenen Kulturen entstehen ja gelegentlich Stromata, aber diese sind dann deformiert und den normalen durchaus unähnlich. Dagegen zeigt in Dunkelkulturen sowie in solchen in rotem Licht das Mycel starke Neigung zur Bildung von üppigem Luftmycel, das an den Glaswänden der Kulturgefäße emporsteigt — ein Zeichen dafür, daß die Transpiration herabgesetzt ist. Bei gleichen Bedingungen (im Thermostaten von 30°, also bei gleicher Temperatur und Luftfeuchtigkeit) scheint die Wachstumsintensität im blauen Licht am größten zu sein; rotes Licht steht an 2. Stelle, Dunkelheit an 3. Am langsamsten erfolgt das Mycelwachstum im weißen (Tages-) Licht.

Ähnliche Resultate, starkes Mycelwachstum und mangelnde Stromabildung in Dunkelheit, sowie im roten Licht; nahezu normale Ausbildung der Fruchtkörper im blauen Licht, fand Guéguen für X. Hypoxylon sowie für X. polymorpha. Seine diesbezüglichen Arbeiten waren mir nicht zugänglich; Hinweise darauf finden sich in einer Auseinandersetzung mit L. Freeman in den Ann. Mycolog. 1911.

Einfluß der Temperatur.

Es wurde versucht, die Kardinalpunkte der Temperatur für das vegetative Wachstum und die Ausbildung von Fortpflanzungsorganen bei den 3 Xylariaarten festzustellen. Die Versuche wurden in einem ungeheizten Nordzimmer des Instituts angestellt, in dem sich 3 Thermostaten von 20, 30 und 35° befanden. Die Lufttemperatur des Zimmers war wechselnd; sie schwankte zwischen 5,5 und 11,9° während der Versuchsdauer. Möglichst kleine Mycelstücke der Pilze wurden auf Malzextraktagar in Glasdosen von 42 mm Durchmesser geimpft und in den Thermostaten und frei im Zimmer aufgestellt.

Die Grenzen der Temperatur, innerhalb deren die Bildung von Fruchtkörpern noch möglich ist, sind enger als die Grenzen für das Wachstum des Mycels überhaupt. Sie waren für die 3 Xylariaarten etwas verschieden.

Die höchsten Temperaturen vertrug X. arbuscula. Offenbar tropischen Ursprungs und bei uns eingeschleppt, findet sie sich nur in wärmeren Treibhäusern. Damit stimmt gut überein, daß ihr Temperaturoptimum bei 30° liegt. Bei dieser Temperatur gelingt es auf geeigneten Nährböden, innerhalb von 4—5 Tagen die ersten Fruchtkörperanlagen zu beobachten. Im Licht bei 30° erwachsene Kulturen auf Malzextraktagar bilden ein kräftiges, weißes, seidenglänzendes Mycel, dessen linearer Zuwachs täglich 3—4 mm betragen kann. Das Luftmycel ist dicht und kurz, höchstens 2—3 mm hoch. Im Dunkeln ist das Mycelwachstum stärker, das Luftmycel ist äußerst üppig und kann sich bis zu 10 mm Höhe erheben. Der Unterschied zwischen hell und dunkel gehaltenen Kulturen ist bei 30° deutlich erkennbar, zumal erstere nach wenigen Tagen zur Bildung von Keulen schreiten.

Im Thermostaten von 20° ist das Mycelwachstum von ähnlicher Üppigkeit, wenn es auch langsamer vor sich geht. Das Luftmycel ist meist in den hell gehaltenen Kulturen ebenso hoch wie das der dunkel gehaltenen, überhaupt der Unterschied zwischen beiden kaum merklich. Fruchtkörper wurden auch bei den dem Licht ausgesetzten Kulturen während der ganzen Dauer des Versuches (4 Wochen) nicht angelegt, sofern die benutzten Mycelien vom 1. Tage nach ihrer Übertragung auf den Malzagar an bei 20° gehalten wurden. In einigen Fällen, in denen ich die Kulturen erst 4 Tage im Thermostaten von 30° „angetrieben“ hatte, traten einzelne Stromata bei 20° auf, wenn auch verspätet. Die äußerliche Übereinstimmung zwischen den belichteten und den verdunkelten Kulturen bei dieser Temperatur könnte davon herrühren, daß bei 20° die Transpiration auch vom Licht erheblich geringer ist als bei 30°, und daß daher ihre bei 30° so deutliche Abschwächung durch Verdunklung hier bei 20° nicht mehr so stark ins Gewicht fällt.

Ganz schwach war das Wachstum bei der Temperatur des erwähnten Zimmers, die während der Versuchsdauer nicht über 12° stieg. Bei Temperaturen unter 5° C hörte das Wachstum überhaupt auf.

Im Thermostaten von 35° trat völlige Wachstumshemmung ein. Vom 1. Tage an schied das Mycel, das vorher 5 Tage im Thermostat von 30° zugebracht hatte, zahlreiche, kleine, wasserhelle Tröpfchen ab; es fiel nach etwa 8 Tagen zusammen und konnte auch nach Überführung in die sonst optimale Temperatur von 30° nicht wieder zum Leben erweckt werden. Die Temperatur von 35° liegt also schon jenseits des Temperaturmaximums und ein längerer Aufenthalt in ihr wirkt schädigend. Blieb die Kultur nur 3 Tage bei 35° stehen und wurde dann wieder in den Thermostaten von 30° zurückversetzt, so war ein anfangs geringes, nach 2 Tagen wieder normales Wachstum zu beobachten, wobei sich die Tröpfchen zurückbildeten. Vielstündiger Frost bis zu — 4° schädigte die X. arbuscula nicht im geringsten; das Mycel behielt sein gesundes Aussehen und wuchs auch sofort kräftig aus, sobald es in höhere Temperatur versetzt wurde.

Das Optimum der Temperatur für Stromabildung der X. polymorpha scheint mir bei 20° C zu liegen. Hier werden, günstige Nährböden vorausgesetzt, die jungen Stromata schon nach 5—6 Tagen erkennbar. Unter 16° war das vegetative Wachstum noch üppig; Anlagen von Stromata entstanden jedoch nicht mehr. Das Temperaturminimum liegt wenig über 0°. Frost bis zu — 4° schadete der X. polymorpha ebensowenig wie der arbuscula.

Bei Kulturen, die aus dem Thermostaten von 20° in den von 30° übergeführt wurden, war noch am 1. Tage danach ein Zuwachs zu beobachten. Dann hörte das Wachstum auf. Nach wochenlangem Aufenthalt in 30° wieder in 20° zurückversetzt, wuchs das Mycel sofort wieder kräftig aus; es war offenbar nur gehemmt, nicht geschädigt worden. Bei 35° starb es schon nach wenigen Tagen ab.

Für X. Hypoxylon soll nach Freeman das Temperaturoptimum bei 20° liegen. Ich fand es für die Bildung der Stromata zwischen 12 und 16°; zwischen diesen Wärmegraden war auch das myceliale Wachstum sehr üppig. Es war auch bei 20° noch gut; Stromata wurden jedoch weniger und später angelegt als zwischen 12 und 16°. Bei 30° geht das Mycel schon zur Krustenbildung über, d. h. die Mycelfäden bekommen ein trockenes Aussehen, sie legen sich zu einer flachen, harten Schicht zusammen, die sich, von dem ältesten Teil der Kultur ausgehend, braunschwarz zu färben beginnt. Um ein solches Trockenwerden zu vermeiden, wurden gleichzeitig Glasdosen mit Hypoxylon-Kulturen in größeren, mit Deckel versehenen Glasgefäßen bei 30° aufgestellt, deren Boden 1—1½ cm hoch mit Wasser bedeckt war; die Luft in ihnen war also feucht genug, um ein Austrocknen zu verhindern. Ihr Mycel bedeckte sich mit zahllosen, wasserhellen Tröpfchen, fiel nach wenigen Tagen zusammen, starb ab und färbte sich schwach gelblich. Ein Zuwachs fand in keinem Falle bei 30° statt. Ein nur 3tägiger Aufenthalt im Thermostaten von 35° genügte, um das Mycel von X. Hypoxylon vollständig abzutöten. Das Temperaturminimum dürfte für diese Art ziemlich tief liegen, nicht viel höher als 0°. Das weiße, wachsende Mycel erträgt leicht Kältegrade von — 4°; im Dauerzustand widersteht es in freier Natur Temperaturen von — 20° und darunter.

Farbstoffbildung.

Den 3 untersuchten Xylaria-Arten gemeinsam ist die Eigenschaft, unter gewissen Bedingungen an der Oberfläche des Mycels eine schwarze Kruste zu bilden. Nach Harder (1909) spielt dabei die Ernährung des Mycels eine gewisse Rolle; ferner ist die Rindenbildung nur möglich bei

Anwesenheit von Luft und bei einem ziemlich hohen Feuchtigkeitsgrad. Diese Bedingungen sind normalerweise bei den üblichen Kulturen vorhanden, und man wird fast immer beobachten können, daß Mycelien von Xylaria, sobald sie ein gewisses Alter erreicht haben, vom Zentrum des Impfstückes, also dem ältesten Teil aus, sich erst grau, dann schwarz zu färben beginnen. Oft tritt, wie z. B. bei X. arbuscula, die Verfärbung zuerst an der Basis der jungen Stromaanlagen auf und verbreitet sich von hier aus über das übrige Mycel. Im mikroskopischen Querschnitt erkennt man ein braunes, dichtes Geflecht von Hyphen, die mit braunschwarzem oder schwarzem Farbstoff gefüllt sind, während die Zellwand farblos bleibt. Diese Schicht ist meist trocken und brüchig, die darunterliegenden hyalinen Hyphen bleiben jedoch saftig und biegsam.

Auch für X. polymorpha und X. arbuscula gilt im wesentlichen das, was Harder für die Krustenbildung von X. Hypoxylon konstatiert hat. Die Verfärbung des Mycels trat stets nur an den Stellen auf, die mit der Luft in Berührung kamen. Daß ein besonders hoher Feuchtigkeitsgrad zur Bildung des schwarzen Farbstoffes nötig sei, ging allerdings aus meinen Kulturen nicht hervor. In allen Agarkulturen, die doch über den üblichen Wassergehalt nicht hinausgingen, konnte ich mit Sicherheit Schwarzfärbung hervorrufen, wenn ich sie langsam eintrocknen ließ. Auch das Licht schien mir eine gewisse Rolle zu spielen, indem Kulturen, die eine Zeitlang dem Licht ausgesetzt gewesen waren, früher und reichlicher schwarze Kruste bildeten, als solche, die dauernd dunkel gehalten worden waren. Die Wirkung des Lichtes ist aber wohl nur eine indirekte. Das Licht beschleunigt die Transpiration, und diese wieder wirkt beschleunigend auf das Austrocknen der Kultur ein. Letzten Grundes ist das Auftreten der schwarzen Färbung wohl auf Nahrungsmangel zurückzuführen. Bei allmählichem Eintrocknen wird die Nahrungsaufnahme immer mehr erschwert; andererseits wird mit zunehmendem Alter einer Kultur die Nahrung von der Mitte, also den ältesten Teilen des Mycels aus immer knapper. Wenn ich Kulturen der Xylariaarten aus Malzextrakt auf sehr verdünnte Nährlösung oder auf reines Wasser brachte, so erhielt ich in allen Fällen eine schwarze Kruste. Voraussetzung war allerdings, daß beim Überführen in reines Wasser das Mycel vorher nicht ausgewaschen wurde, so daß sich zwischen den Hyphen noch etwas Nährlösung befand und so der Übergang von guter Ernährung zum Nahrungsmangel ein allmählicher war. Bei unmittelbarem Übergang zu ungünstigen Lebensbedingungen findet das Mycel keine Zeit mehr, eine schwarze Kruste zu bilden, sondern stirbt ab, ohne sich verfärbt zu haben. So gehen Kulturen von X. arbuscula sowohl als von X. polymorpha bei einer Temperatur von 35° zugrunde ohne Schwarzfärbung. Das gleiche Verhalten zeigt X. Hypoxylon schon bei 30°. Auch Sauerstoffabschluß gestattet keine Krustenbildung. Kulturen von X. arbuscula und X. polymorpha, die in mit Baumwolle und Paraffin verschlossenen Reagenzgläsern unter Wasser gehalten wurden, gingen unter lebhafter Tropfenabscheidung zugrunde, wobei das Mycel eine schwach gelbliche Färbung annahm. Von wesentlicher Bedeutung ist auch die vorhergehende Ernährung des Mycels. Aus allen meinen Versuchen geht hervor, daß ein optimal ernährtes Mycel viel schneller und vollständiger zur Krustenbildung schreitet, als ein dürftig ernährtes. Ist das Substrat von vornherein ungünstig oder wird es gleich in den ersten Tagen durch Bakterien zersetzt, so kommt das Mycel gar nicht erst zur Krustenbildung, sondern stirbt ab, ohne sich verfärbt zu haben. Beispiel dafür sei X. Hypoxylon auf einer Nährlösung, die als C-Quelle Rohr- bzw. Traubenzucker, als N-Quelle NH_4NO_3 enthielt. In der Rohrzuckerlösung hatte sich das Impfstück noch schwach grau gefärbt, in der Traubenzuckerlösung war es auch dazu nicht mehr imstande gewesen (s. Tab. 4 u. 6). Bei Kulturen auf Karottenscheiben kam es gelegentlich vor, daß Bakterien die Kultur verunreinigten und die Karotten zersetzten; es machte sich dann ein starker ammoniakalischer Geruch bemerkbar. In solchen Fällen trat, da die Zersetzung immer sehr schnell fortschritt, niemals Schwarzfärbung der Xylaria-Mycelien ein, vielmehr starben diese unter Zusammensinken der Lufthyphen ohne jegliche Rindenbildung ab.

Der dunkle Farbstoff, der die Hyphen erfüllt, ist nach Harder sehr indifferent gegenüber den gewöhnlich als Lösungsmittel angewandten Chemikalien. Auch für X. arbuscula und X. polymorpha schlugen meine Versuche, den Farbstoff der Kruste in absolutem Alkohol, Äther, Salzsäure, Schwefelsäure und Chloralhydrat zu lösen, vollständig fehl. Die schwach grünliche Färbung, die Harder bei der Behandlung von X. Hypoxylon mit konzentrierter Kalilauge bemerkt hat, konnte von mir bei allen 3 Arten nicht beobachtet werden. Dagegen war die Rotbraunfärbung unter Einwirkung von konzentrierter Salpetersäure bei allen 3 Arten deutlich. Sie erstreckte sich nur auf die dunkel gefärbten Hyphen, ohne daß der Farbstoff dabei etwa in Lösung ging und so zu isolieren gewesen wäre.

Auch die von Harder für X. Hypoxylon festgestellte „Zonenbildung" in Holz, das von diesem Pilz befallen ist, ließ sich für X. arbuscula nachweisen. Als „Zonen" werden äußerst dünne Flächen dunklen Mycels bezeichnet, die regellos das Holz durchziehen und auf dem Querschnitt als feine, schwarze Linien mit bloßem Auge sichtbar sind. Sie stellen nach Harder die Berührungsflächen zweier Mycelien dar, die aufeinander zugewachsen sind. Doch sind sie wohl, analog den an der Oberfläche von anderen Kulturen gebildeten schwarzen Krusten, rein als Ruhestadien aufzufassen. Häufig wird zwar die Wachstumshemmung, die den Anstoß zur Bildung der schwarzen Zone im Holz gibt, durch Aufeinandertreffen zweier von verschiedenen Seiten her wachsender Mycelien verursacht werden, aber die negativen Resultate, die Harder bei seinen Versuchen mit mehreren Mycelien auf der gleichen Nährplatte erhielt, sprechen eher dafür, daß das Zusammentreffen zweier Mycelien dabei von untergeordneter Bedeutung ist. Zudem grenzte bei zahlreichen Buchenholzproben, die ich untersuchte, die Zone von X. Hypoxylon eine deutlich zersetzte Schicht gegen eine solche mit völlig unzerstörten Zellen ab, in der noch keine Spuren eines Mycels zu finden waren. Von wesentlicher Bedeutung scheint mir auch hier eintretender Nahrungsmangel, vielleicht infolge der allmählichen atmosphärischen Verwitterung des Holzes, zu sein, der dem weiteren Vordringen des Mycels ein Ziel setzte und es zur Bildung dieses Ruhezustandes veranlaßte. Auch das äußerlich noch intakte Holz, das jenseits der schwarzen Zone war, erwies sich als Substrat für Xylaria-Mycel als gänzlich unbrauchbar. Leider konnten diese Untersuchungen nur für X. Hypoxylon und X. arbuscula ausgeführt werden, da meine Bemühungen um brauchbares Material von X. polymorpha erfolglos blieben.

Außer diesem schwarzbraunen vermag X. arbuscula noch einen lachsrosa Farbstoff zu bilden — ein Verhalten, das mir für diesen Pilz spezifisch zu sein scheint, da ich ähnliches weder bei X. Hypoxylon, noch

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

bei X. polymorpha beobachtet habe. Unter normalen Kulturbedingungen, d. h. bei 30° C auf günstigem Nährsubstrat, wächst das Mycel von X. arbuscula rein weiß, wird es jedoch aus der optimalen Temperatur in eine niedere (unter 16°) versetzt, so tritt oft schon am 2. Tage danach eine leichte Rosafärbung auf, vorausgesetzt, daß die Kultur am Licht steht. Verdunkelte Kulturen bleiben auch in niederen Temperaturen stets weiß. Die zarte Färbung verstärkt sich im Laufe einiger Tage und erreicht ihren Höhepunkt nach 10—12 Tagen. Das ganze Mycel ist nun intensiv lachsrosa. Die Färbung ist nicht, wie die schwarze Kruste, auf eine bestimmte Schicht beschränkt, sondern durchdringt gleichmäßig das ganze Mycel bis zu den untersten, dem Substrat direkt anliegenden Hyphen. Auf dem Querschnitt zeigt sich, daß die Hyphen von einem schwach gefärbten Saft erfüllt sind; die Zellwand bleibt farblos. Hand in Hand mit der Verfärbung geht ein Stillstand oder eine bedeutende Verlangsamung des Wachstums. Bleibt das Mycel in niederer Temperatur, so geht die Färbung sehr langsam zurück, so daß sie noch nach Monaten andeutungsweise sichtbar ist. Das in dieser Zeit neugebildete Mycel ist ungefärbt, so daß nach einiger Zeit das gelbrot gefärbte Mycel von einem Kranz rein weißer Hyphen umgeben ist. In den Thermostaten von 30° zurückversetzt entfärbt sich das Mycel schneller; es kommt noch die üppige Bildung neuen, weißen Mycels hinzu, das das gefärbte Mycel bald verdeckt. Nach 14 Tagen ist oft keine Färbung mehr erkennbar.

Neben dem Vorhandensein von Licht ist der Ernährungszustand des Mycels von großer Bedeutung. Schlecht ernährte Mycelien bilden erheblich weniger Farbstoff als gut ernährte. Vergleichsweise wurden 2 Mycelien, deren 1 sich auf Malzextraktlösung befand, während das andere 2 Tage vor Beginn des Versuchs aus Malzextraktlösung in Leitungswasser übergeführt war, aus den Thermostaten von 30° in ein helles Nordzimmer versetzt, dessen Temperatur während der Versuchsdauer zwischen 4,6 und 10,5° betrug. Die Färbung der Kultur in Malzextrakt wurde am 3. Tage sichtbar und erreichte nach 14 Tagen ein intensives Gelbrosa; das Mycel in Leitungswasser zeigte nach 8 Tagen eine kaum wahrnehmbare Färbung, die sich nicht wesentlich verstärkte und nach drei Wochen schon wieder vollständig verschwunden war, wogegen die andere Kultur nach Überschreitung des Höhepunktes noch fast 3 Monate deutlich gefärbt blieb.

Bemerkenswert ist die Tatsache, daß die Farbstoffbildung beim Versetzen des Mycels von 30° in 20° nie auch nur andeutungsweise eintrat; die Temperatur, bei der man Rosafärbung beobachten kann, liegt unterhalb 15° C.

Auch dieser Farbstoff ist, wie der vorhin besprochene schwarzbraune, allen Lösungsmitteln gegenüber sehr resistent. Bei Behandlung mit Aether, absolutem Alkohol, Benzin, Salzsäure oder kochendem Wasser veränderte er sich nicht und ging nicht in Lösung. Auch Kalilauge blieb wirkungslos, dagegen zeigte sich bei Betupfen des lachsfarbenen Mycels mit konzentrierter Schwefelsäure ein Farbenumschlag nach Gelb.

Guttation.

Gelegentlich traten, sowohl bei X. arbuscula als auch bei den beiden einheimischen Arten, besonders in feucht gehaltenen Kulturen, an den jungen Fruchtkörpern zahlreiche Tropfen auf. Diese, als Guttation bezeichnete Erscheinung wurde von Molisch (1912) und von Harder (1909) bei X. Hypoxylon beschrieben.

Die Reaktion dieser ausgeschiedenen Tropfen war, je nach dem Nährsubstrat, sehr verschieden. So waren die gelblich gefärbten Flüssigkeitströpfchen, die sich an den Keulen einer arbuscula-Kultur auf stark alkalisch gewordener Nährgelatine gebildet hatten, deutlich alkalisch. Andere Guttationstropfen an den Stromata einer auf Brot und Pflaumensaft (sauer) gezüchteten Kultur von X. polymorpha färbten blaues Lackmuspapier stark rot. Die Tropfen waren fast immer farblos oder schwach gelblich, stark lichtbrechend und von einem ganz feinen Häutchen bedeckt, das z. B. beim Berühren mit der Kapillare sichtbar wurde und beim Aufsaugen des Tropfens sich dem Stroma anlegte.

An den Keulen einer alten Kultur von X. polymorpha auf Brot + Pflaumensaft hatten sich genügend Tropfen gebildet, um sie chemisch zu untersuchen. Die Reaktion der Tropfen war stark sauer. Oxalsäure, K und Ca konnten nicht nachgewiesen werden; im Spektrum trat die Na-Linie deutlich auf, und die Reaktionen auf P (mit molybdänsaurem Ammon + HNO_3) und auf Mg (mit $NaHNH_4PO_4$ in der Ammoniakkammer) waren stark positiv. Reduzierender Zucker war nicht vorhanden, doch wies die Bräunung des Rückstandes beim Erhitzen auf die Anwesenheit organischer Verbindungen hin. Beim langsamen Eintrocknen eines Tropfens der Guttationsflüssigkeit auf dem Deckglas entstanden schöne Kristalle. Ähnliche Resultate — starker positiver Ausfall der Reaktionen auf P und Mg — wurden bei der Untersuchung von Tropfen erhalten, die sich an den Stromata einer X. polymorpha auf Stärkelösung (4% Stärke, 0,5 Proz. NH_4NO_3, 0,25 Proz. $MgSO_4$, 0,25 Proz. KH_2PO_4) gebildet hatten. Oxal- und Weinsäure sowie die Aminosäuren Asparagin und Leucin konnten auch hier nicht nachgewiesen werden. Die Na-Linie trat im Spektrum nicht auf, K war nicht deutlich erkennbar. Die Reaktion war stark sauer (auch die Stärkelösung färbte blaues Lackmuspapier rot, wenn auch nicht in so hohem Maße). Mit absolutem Alkohol behandelt, zeigten die Tropfen eine milchige Trübung, die sich unter dem Mikroskop als amorpher Niederschlag erwies.

Wegen der sehr geringen Menge der Tropfenabscheidung konnte ihre chemische Untersuchung, insbesondere auf organische Verbindungen hin, nur sehr unvollständig ausfallen. Immerhin ist der Nachweis von P und Mg in den Guttationstropfen von X. polymorpha von Interesse, da man diese Stoffe meines Wissens bisher bei Pilzen noch nicht in den Tropfenausscheidungen gefunden hat.

Die Guttation tritt nur an jüngeren, weißlich oder bräunlich gefärbten Stromata auf. Die Stellen, an denen die Tropfen austreten, sind, im Gegensatz zu den hell gefärbten Fruchtkörpern, schwarzbraun und scheinen etwas eingesenkt zu sein. An Mikrotomschnitten junger, mit Tropfen reichlich bedeckter Keulen von X. polymorpha zeigte es sich, daß an einzelnen Stellen (offenbar an denen des Tropfenaustritts) keine Lufthyphen gebildet waren, die ja der Oberfläche junger Stromata ihr helles Aussehen verleihen. Besondere Organe der Wasserabscheidung, vergleichbar etwa den Hydathoden der höheren Pflanzen, waren nicht nachweisbar.

Mit Beginn der Konidienfruktifikation hört die Guttation auf und ist auch nicht durch Versetzung des Pilzes in wasserdampfgesättigte Luft wieder hervorzurufen. Es ist anzunehmen, daß der Pilz zur Zeit der Konidienproduktion erhöhter Feuchtigkeit bedarf: die vorhandenen Tropfen verschwinden, und es werden keine neuen gebildet.

Resultate.

1. Es gelang bei keiner der untersuchten Arten, die Bildung von Perithecien mit Askosporen zu beobachten.

2. Die Anlage von Fruchtkörpern erfolgt unter optimalen Bedingungen bei X. arbuscula und X. polymorpha in 4—5 Tagen, bei X. Hypoxylon nach frühestens 14 Tagen.

3. Ein Einfluß der Jahreszeiten auf Konidienbildung und Wachstum der Xylarien besteht nicht.

4. Die beste C-Quelle ist für X. arbuscula und X. Hypoxylon die Stärke, während X. polymorpha auf Dextrose am besten gedeiht. Auf reiner Zellulose war das Wachstum gut. Eiweiß ist kein günstiger Nährboden.

5. X. Hypoxylon verlangt zur Fruchtkörperbildung Asparagin als Stickstoffquelle, während X. arbuscula und X. polymorpha mit NH_4NO_3 auskommen. Pepton ist als N-Quelle für alle 3 Arten wenig geeignet.

6. Die NH_4-Salze starker Säuren, z. B. $(NH_4)_2SO_4$, sind als N-Quellen schlechter als die NO_3-Verbindungen. Durch den N-Verbrauch wird aus ersteren die betr. Säure frei, die durch Ansammlung in der Kulturflüssigkeit schädigend wirkt.

7. Saure Reaktion des Substrats ist dem Wachstum und der Fruchtkörperbildung am förderlichsten. Auf neutralen Nährlösungen ist das vegetative Wachstum noch gut, die Stromabildung aber gehemmt. Alkalische Reaktion erlaubt nur kümmerliches Mycelwachstum.

8. Die optimale Zuckerkonzentration liegt für X. arbuscula höher als für die beiden anderen Arten (8 bzw. 4 Proz.), ebenso anscheinend das Konzentrationsmaximum (über 32 Proz.).

9. In ihrem Verhalten gegen Licht verschiedener Intensität und Brechbarkeit stimmen die 3 Arten überein. Dunkelheit begünstigt das vegetative Wachstum, hemmt die Stromabildung. Gelegentlich treten auch deformierte Stromata in absolut dunkel gehaltenen Kulturen auf. Im blauen Licht wachsen die Xylarien, ähnlich wie am Tageslicht, unter reichlicher Keulenbildung; rotes, grünes und gelbes Licht fördern ähnlich wie Dunkelheit das Mycelwachstum, hemmen die Stromabildung.

10. Die optimale Temperatur liegt für X. arbuscula bei 30° C, für X. polymorpha bei 20° C, für X. Hypoxylon zwischen 12 und 16° C. Eine Temperatur von 35° wirkt auf alle 3 Arten tödlich; auf X. arbuscula in etwa 8 Tagen, auf die beiden anderen Xylarien in kürzerer Zeit. Die untere Grenze für das Wachstum liegt bei 0°. X. arbuscula verträgt gut — 4° im wachsenden Zustand.

11. Bei allmählich eintretendem Nahrungsmangel bilden alle 3 Arten eine schwarze Kruste, die als „Dauerzustand" zu betrachten ist. Die Hyphen dieser Kruste sind mit braunschwarzem Farbstoff gefüllt, ihre Zellwand bleibt ungefärbt. Bedingungen für die Farbstoffbildung sind Anwesenheit von Luft und nicht zu schnelles Eintreten ungünstiger Lebensbedingungen; auch das Licht hat Einfluß. Der Farbstoff ist gegen alle Lösungsmittel sehr resistent.

12. Beim Übergang aus 30° C in eine Temperatur unter 16° C bildet X. arbuscula am Licht einen hell lachsrosa Farbstoff. Verdunkelte Kulturen bleiben auch in niederen Temperaturen weiß, ebenso schwach

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

ernährte Mycelien. Der Farbstoff ist im Zellsaft enthalten, die Zellwand ist farblos; er ist den üblichen Lösungsmitteln gegenüber indifferent. Bei Behandlung mit konzentrierter H_2SO_4 schlägt die Farbe nach Gelb um.

13. Die an Xylaria-krankem Holz beobachteten „Zonen“ sind ebenfalls als Ruhezustand des Mycels aufzufassen. Es ist zu ihrer Entstehung nicht, wie Harder (1909) meint, notwendig, daß 2 Mycelien von verschiedenen Seiten aufeinandertreffen.

14. An jungen Keulen der 3 Xylarien treten häufig Guttationstropfen auf. Diese zeigen die Reaktion des betr. Nährsubstrats. Sie können P und Mg enthalten, außer nicht näher bestimmter organischer Substanz. Die Stellen, an denen die Tropfen austreten, sind durch das Fehlen von Lufthyphen dunkler als ihre Umgebung; besondere Organe für Wasserabscheidung fehlen jedoch. Mit beginnender Konidienbildung hört die Guttation auf.

Literaturverzeichnis.

Benecke, W., Ernährungsphysiologie der Pilze. (Handb. d. techn. Mykol. von F. Lafar. 1904.)

Brefeld, O., Untersuchung. a. d. Gesamtgeb. d. Mykol. H. X. 1891.

Brown, H. B., Studies in the development of Xylaria. (Annal. Myc. 1913.)

Freeman, L., Über Stromabildung von Xylaria Hypoxylon in künstlichen Kulturen. [Dissert.] Halle 1910.

Guéguen, F., Recherches biologiques et anatomiques sur le Xylaria Hypoxylon. (Bull. Soc. Mycol. de France. T. 23. 1907.)

—, L'état conidien du Xylaria polymorpha. (Ebd. T. 25. 1909.)

—, Au sujet d'une publication récente de M. Linford Freeman sur le Xyl. Hypoxylon. (Annal. Mycol. 1911.)

Harder, R., Beiträge zur Kenntnis von Xylaria Hypoxylon. (Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landw. 1909.)

Klebs, G., Über die Vermehrung von Hydrodictyon. (Flora. 1890.)

—, Zur Physiologie der Fortpflanzung von Vaucheria sessilis. (Verhandl. Nat.-Ges. Basel. 10. 1892.)

—, Zur Physiologie der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen. III. Allgem. Betrachtungen. (Jahrb. f. wissensch. Botan. 1900.)

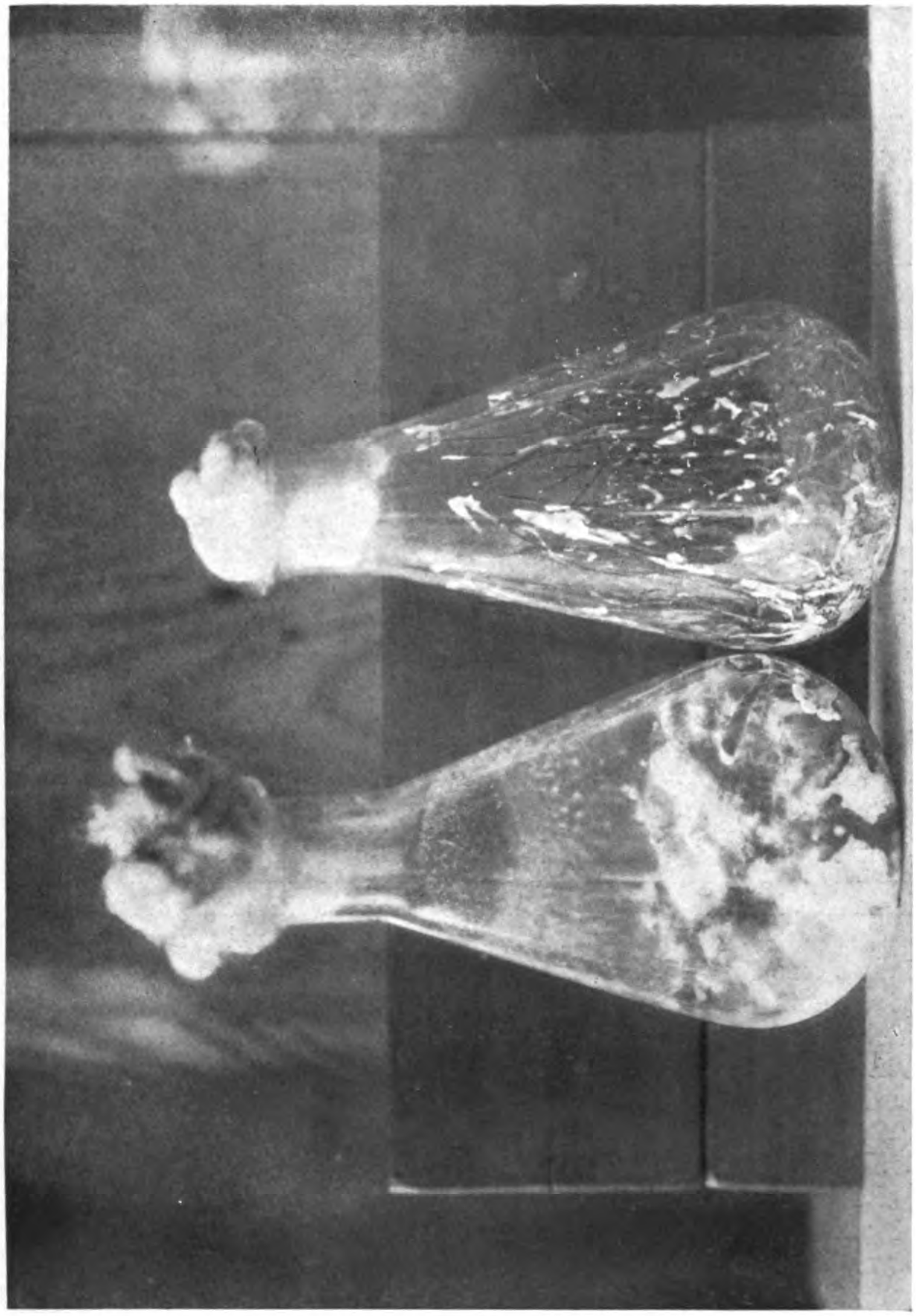
—, Über Probleme der Entwicklung. (Biolog. Centralbl. 1904.)

Köhler, P., Beiträge zur Kenntnis der Reproduktions- und Regenerationsvorgänge bei Pilzen. [Flora 1907.)

Medisch, M., Beiträge zur Physiologie von Hypocrea rufa. (Jahrb. f. wissensch. Botan. Bd. 48. 1910.)

Molisch, H., Leuchtende Pflanzen. 1912.

Nägeli, C., Untersuchungen über die niederen Pilze. 1882.



Xylaria arbuscula, links im Dunkeln, rechts im Licht gezogene Kultur.

Verlag von **Gustav Fischer** in **Jena.**

Nachdruck verboten.

Untersuchungen über die Bekämpfung des Kornkäfers (Calandra granaria L.) mittels Cyanwasserstoff.

[Aus dem Zoolog. Institut der Kgl. Landwirtsch. Hochschule zu Berlin.]

Von Dr. **Franz Burkhardt.**

Mit 1 Fig. im Text.

In neuerer Zeit ist der Cyanwasserstoff (Blausäure) mit bestem Erfolg gegen eine Reihe von Schädlingen, vornehmlich gegen die Mehlmotte, gegen Läuse, Wanzen u. a. angewandt worden, und es gewinnt ganz den Anschein, als hätten wir in dem Cyanwasserstoff ein Hauptbekämpfungsmittel zu erblicken, dessen Anwendung sich in erster Linie dort empfehlen wird, wo es sich um die Vernichtung von Schädlingen in geschlossenen Räumen handelt. Es lag daher der Gedanke nahe, das Blausäureverfahren auch im Kampfe gegen andere Speicher- und Vorratsschädlinge einer Prüfung auf seine Brauchbarkeit zu unterziehen.

Die Anregung, den Cyanwasserstoff als Mittel zur Bekämpfung des Kornkäfers (Calandra granaria L.), des wichtigsten Feindes in Getreidelagern, Kornsilos und ähnlichen Speicherräumen, heranzuziehen, wurden dem hiesigen Zoologischen Institut durch verschiedentliche Anfragen seitens einiger Praktiker gegeben, die im Hinblick auf die durchschlagenden Erfolge in der Bekämpfung der Mehlmotte nun auch gegen ihren Kardinalfeind dasselbe Bekämpfungsverfahren angewandt wissen wollten.

Mit einer rückhaltlosen Empfehlung des Blausäureverfahrens gegen den Kornkäfer mußten wir der Praxis gegenüber vor der Hand zurückhalten, da Erfahrungen über die notwendige Gaskonzentration, über die Expositionsdauer und ähnliche Fragen bisher nicht vorlagen. Beobachtungen, die wir bei den Mühlenausgasungen gegen die Mehlmotte gelegentlich machen konnten, waren nicht sehr ermutigend; zeigten sie doch in unzweideutiger Weise, daß der Kornkäfer widerstandsfähig genug ist, eine bei Mühlenausgasungen gewöhnlich angewandte Gaskonzentration von 1 vol. Proz. bei einer Expositionsdauer von 12—15 Stunden vielfach zu überstehen und mit dem Leben davonzukommen. In der Regel verfuhren wir bei diesen Versuchen derartig, daß wir an verschiedenen Stellen der zu durchgasenden Mühle Kornkäfer in Gazebeuteln, vergleichsweise auch in kleinen, mit Gaze verschlossenen Gläschen oder in anderer Verpackung aussetzten und nach Beendigung der Durchgasung weiterer Beobachtung unterwarfen. Hierbei zeigte es sich dann häufig, daß die Käfer, selbst wenn sie völlig frei gelegen hatten, sich nach einer längere oder kürzere Zeit während Starre wieder erholten.

Um für die Praxis verwertbare Unterlagen zu schaffen, war es daher nötig, vorerst durch geeignete Laboratoriumsversuche festzustellen, welche Blausäurekonzentration und welche Einwirkungsdauer benötigt werden, um einen vollen Erfolg gegen den Schädling zu erzielen.

Versuchsanordnung.

Als abgeschlossener Raum, in dem wir unsere Versuche vornahmen, diente uns eine Kombination zweier Glasglocken (s. Abb.), die mittels geschliffener Ränder gut aufeinander paßten und eine hinreichende Dichtigkeit boten. Der so geschaffene Raum hatte eine Höhe von 78 cm, bei einem Durchmesser von 32 cm. Der Gesamtinhalt betrug 55 l. Eine oben in der Glocke befindliche Öffnung war mittels Gummistopfens verschlossen. Durch letzteren führten 2 rechtwinklig gebogene Glasröhren (a und b) in das Innere des Glockenraumes. Durch die Röhre a, die einen nur kurzen, inneren Schenkel besaß, wurde eine dünne Schnur geführt, an deren Ende die erforderliche Menge Cyannatrium, in dünnes Papier lose eingewickelt, befestigt war (s. Abb. d).

Die Glasröhre b war mit einem längeren, etwa bis zur halben Höhe des Glockenraumes reichenden, inneren Schenkel versehen und hatte 2 Aufgaben zu erfüllen. Einmal diente der längere Schenkel zur Befestigung von Beuteln bzw. Gläschen mit Versuchstieren, die dadurch vergleichsweise in verschiedenen Höhen des Raumes gehalten werden konnten; ferner gestattete sie die Gasentnahme (zur Analyse) aus der Mitte der Glocke, wo möglicherweise eine andere Gaskonzentration zu erwarten stand als am Boden oder im oberen Teil der Glocke.

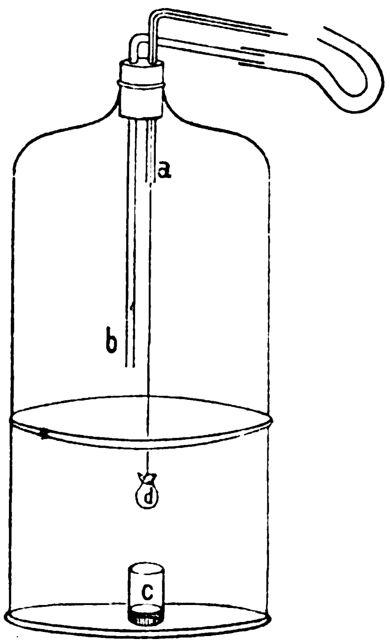


Fig. 1. Versuchsglocke.

Kurz vor dem Aufsetzen der oberen Glockenhälfte auf die untere wurde die erforderliche Menge der Schwefelsäureverdünnung in das in der Mitte des Bodens stehende Gefäß c gegossen, darauf die obere Glocke aufgesetzt und das Cyannatriumpaket d an der Schnur in die Flüssigkeit hinabgelassen. Der völlige Verschluß der Versuchsglocke wurde durch einen kurzen Gummischlauch bewerkstelligt, der mit seinem einen Ende über den äußeren Schenkel der Röhre b, bei Entwicklung des Gases mit seinem freien Ende dann auch über den äußeren Schenkel der Röhre a gezogen wurde.

Es liegt auf der Hand, daß wir bei diesen im kleinen ausgeführten Laboratoriumsversuchen auch nicht im entferntesten jene Verhältnisse nachahmen konnten, wie sie in Wirklichkeit, sei es in Mühlen oder in Getreidespeichern, vorliegen. Immerhin glaubten wir, dadurch, daß wir die Versuchstiere in verschiedener Verpackung und in verschiedener Höhe der Glocke der Einwirkung der Blausäure aussetzten, nicht unwesentliche Aufschlüsse erlangen zu können über die Fähigkeit des Cyanwasserstoffs, Stoffe, die sich seiner Ausbreitung entgegensetzen, zu durchdringen und die im Innern befindlichen Käfer zu beeinflussen.

Erst nachdem wir durch diese Glockenversuche einigermaßen Klarheit gewonnen hatten, konnten wir daran gehen, einen Versuch vorzunehmen, bei dem es sich um die Ausgasung eines größeren Raumes von etwa 100 cbm Rauminhalt handelte. Am Schluß der vorliegenden Ausführungen werden wir auf diesen Versuch näher eingehen.

Die Unterbringung der Kornkäfer geschah in verschiedener Weise. Um dem Blausäuregas möglichst freien Zutritt zu den Käfern zu gestatten, wurden letztere in kleine Gazebeutel gebracht und diese dann auf den Boden der Versuchsglocke gelegt, oder an anderen Stellen der Glocke befestigt.

Daneben verwandten wir vielfach kleine, einseitig geschlossene und nach Einbringung von Käfern mit Gaze überbundene, reagenzglasähnliche Röhrchen von 10 cm Höhe und 2,4 cm Weite. Dieser Glasröhrchenversuch wurde bei vielen Versuchen dahin modifiziert, daß wir als Verschluß an Stelle der Gaze gut schließende Korkstopfen verwendeten. Schließlich wurde das Käfermaterial in Gazebeuteln auf den Boden von Röhrchen gelegt und darauf Getreide in verschiedener Höhe darüber geschichtet, so daß das Gas die Getreideschicht durchdringen mußte, um zu den Käfern zu gelangen.

Schon hier sei auf eine Eigentümlichkeit im Verhalten der Kornkäfer hingewiesen, die uns schon bei unseren Versuchen im großen anläßlich der Mühlenausgasungen begegnete und die wir bei jedem der folgenden Laboratoriumsversuche immer wieder beobachten konnten, das ist die in hohem Maße vorhandene Fähigkeit des Kornkäfers, aus der Starre nach längerer oder kürzerer Zeit wieder aufzuleben. Um den Kornkäfer in Starre (Scheintod) verfallen zu lassen, genügt eine Einwirkungsdauer von 8—10 Minuten bei einer Blausäurekonzentration von 1 vol. Proz. Wird darauf frische Luft zugeführt, so erholt sich der Käfer sehr bald wieder. Aber selbst bei mehrstündiger Expositionsdauer und derselben Konzentration von 1 vol. Proz. läßt sich ein Wiederaufleben der Käfer in den meisten Fällen beobachten; in der Regel allerdings erst nach Ablauf von mehreren Tagen. Ein Urteil über die Wirkung der Blausäurebehandlung ist deshalb vor Ablauf von 3 Tagen nach Beginn der Durchlüftung völlig unmöglich; oft zeigen sich die ersten Lebenszeichen sogar erst nach Verlauf von 4—5 Tagen. Im einzelnen müssen wir auf die im folgenden wiedergegebenen Ergebnisse der Versuche verweisen, aus denen näheres ersichtlich ist.

Die Erzeugung des Blausäuregases.

Die Herstellung des Gases aus Cyannatrium, Schwefelsäure und Wasser geschah bei unseren Versuchen nach der jetzt allgemein gebräuchlichen Vorschrift im Verhältnis 1 : 1,5 : 4. Das heißt, es kommen auf 1 g Cyannatrium (bezogen aus der „Deutschen Gold- und Silberscheideanstalt“ in Frankfurt a. M.) 1,5 ccm Schwefelsäure (60° Bé.) und 4 ccm Wasser. Um in einem Raum von 1 cbm Inhalt eine Konzentration von 1 vol. Proz. zu erzeugen, werden 24 g Cyannatrium benötigt. Demnach sind für unsere Versuchsglocke mit 55 l Inhalt zur Erzeugung von 1 vol. Proz. erforderlich:

1,320 g Cyannatrium
2 ccm Schwefelsäure (60° Bé)
5 ccm Wasser.

Zur Herstellung einer Konzentration von 2 vol. Proz. sind für denselben Raum die doppelten Mengen nötig.

Versuche mit 1 vol. Proz. Konzentration.

Es mag bei den folgenden Ausführungen von einer Reihe von Versuchen abgesehen werden, die als orientierende zu betrachten sind und lediglich den Zweck hatten, ungefähr die Konzentration und Expositionsdauer zu ermitteln, bei denen der Tod bei einer Anzahl der Tiere überhaupt eintritt. Auch wird von den zahlreichen Versuchen im folgenden nur 1 Versuch näher erörtert; selbstverständlich wurden solche Versuche in gleicher Weise mehrfach wiederholt und auf ihre Gleichartigkeit hin geprüft.

Was die Temperatur anlangt, so wurden die Versuche sämtlich bei Zimmertemperatur, d. h. bei 16—20° C, ausgeführt.

Der Feuchtigkeitsgehalt des Versuchsraumes betrug bei Beginn des Versuches (60—) 65—75 Proz. Da durch die Entwicklung des Gases nicht nur Wasserdampf, sondern auch Schwefelsäure in die Luft mitgerissen wird, zeigte das Hygrometer in dem Versuchsraum eine Zunahme der Feuchtigkeit um 4—5 Proz. bei 1 vol. Proz., um etwa 10 Proz. bei 2 vol. Proz. Konzentration.

Versuch 1. Expositionsdauer 4 Stunden.

Auf dem Boden der Glocke:

I. Röhrchen, 10 cm hoch, 2,4 cm weit, mit flachem, 0,9 cm dicken Korkstopfen verschlossen, der zur Hälfte in das Glas hineinragte. Darin 5 Kornkäfer nebst einigen Roggenkörnern.
II. Röhrchen, wie I., doch mit 7 cm hoher Watteschicht verschlossen.

An Glasrohr b in halber Höhe der Glocke vertikal hängend:

III. und IV. 2 längere, einseitig offene Glasröhrchen von 16 cm Länge und 1,8 cm Weite. Beide an ihrem Boden ein Gazebeutelchen mit je 4 Kornkäfern und darüber eine 12 cm dicke Schicht Roggenkörner. Abgeschlossen waren sie von je einem 2 cm dicken Wattepfropf; beide Röhrchen wurden mit abgewandten Öffnungen aneinandergebunden, so daß R. III den Wattebausch, R. IV den Glasboden nach oben kehrte.

Ergebnis nach 1 Tage:

I. 4 Käfer lebend, 1 Käfer starr.
II. 1 Käfer lebend, 4 Käfer starr.
III. Alle 4 Käfer starr.
IV. Alle 4 Käfer starr.

Ergebnis nach 4 Tagen:

I. 4 Käfer lebend, 1 Käfer tot.
II. Alle 5 Käfer lebend.
III. 3 Käfer lebend, 1 Käfer tot.
IV. Alle 4 Käfer lebend.

Die durch den Versuch gegangenen Käfer wurden natürlich jeden Tag kontrolliert. Wenn das Resultat, wie es sich in dem vorstehenden Versuch nach 4 Tagen bot, angeführt wird, so ist damit der Endtermin angegeben, nach welchem eine Veränderung in dem Zustande der Käfer nicht mehr eintrat.

Relativ selten kam es vor, daß ein Käfer nach einigen Tagen Leben zeigte, in der Folgezeit dann aber einging. Doch handelte es sich in solchen Fällen stets um nur geringfügige Lebenszeichen, die sich durch schwache Bewegungen der Extremitäten kundtaten.

Versuch 2. Expositionsdauer 6 Stunden.

I.—IV. Wie bei Versuch 1. Je 5 Käfer.
V. Röhrchen, wie I., doch mit Gaze verschlossen, auf dem Boden der Glocke stehend. 10 Käfer.

Ergebnis nach 3 Tagen:

I. Alle 5 Käfer starr.
II. Alle 5 Käfer starr.
III. 3 Käfer lebend, 2 Käfer starr.
IV. Alle 5 Käfer starr.
V. 1 Käfer lebend, 9 Käfer starr.

Ergebnis nach 5 Tagen:

I. 3 Käfer lebend, 2 Käfer tot.
II. 2 ,, ,, 3 ,, ,,
III. 3 ,, ,, 2 ,, ,,
IV. 1 ,, ,, 4 ,, ,,
V. 1 ,, ,, 9 ,, ,,

Versuch 3. Expositionsdauer 8 Stunden.

I.—V. wie bei Versuch 2. I.—IV.: je 5 Käfer, V.: 10 Käfer.

Ergebnis nach 1½ Tagen:
I.—V. alle Käfer starr.

Ergebnis nach 3 Tagen:
I. Alle Käfer starr.
II. Alle Käfer starr.
III. 1 Käfer lebend, 4 Käfer starr.
Alle 5 Käfer starr.
V. Alle 10 Käfer starr.

Ergebnis nach 5 Tagen:
I. 1 Käfer lebend, 4 Käfer tot.
II. 3 ,, ,, 2 ,, ,,
III. 1 ,, ,, 4 ,, ,,
IV. 1 ,, ,, 4 ,, ,,
V. Alle 10 Käfer tot.

Versuch 4. Expositionsdauer 10 Stunden.

Auf dem Boden der Glocke stehend:
I. Röhrchen, wie oben, mit 0,9 cm dickem Korkstopfen verschlossen.
II. Wie I.
III. Röhrchen, wie I., mit Gaze verschlossen.
IV. Gazebeutel.

In halber Höhe der Glocke an Röhre b hängend:
V. Gazebeutel.

Sämtliche Röhrchen bzw. Gazebeutel enthielten je 6 Calandra.

Nach dem Öffnen der Glocke wurde R. I sofort geöffnet und der Korkstopfen durch Gaze ersetzt, während R. II vergleichsweise noch während der nächsten 3 Tage mit dem Kork verschlossen blieb. Durch sofortige Zuführung frischer Luft erholten sich die in R. I befindlichen Käfer schnell, in R. II dagegen konnte die infolge des bei der Blausäureentwicklung im Versuchsraum entstehenden Überdruckes eingedrungene Gasmenge nur langsam durch den Korkstopfen wieder entweichen, woraus sich das späte Wiederaufleben der Tiere in R. II erklärt.

Ergebnis nach 1½ Tagen:
I. Alle Käfer lebend.
II.—V. Alle Käfer starr.

Ergebnis nach 3 Tagen: (R. II wurde geöffnet.)
I. Alle Käfer lebend.
II. Alle Käfer starr.
III. 1 Käfer lebend, 5 Käfer starr.
IV. Alle 6 Käfer starr.
Alle 6 Käfer starr.

Ergebnis nach 6 Tagen:
I. Alle 6 Käfer lebend.
II. 5 Käfer lebend, 1 Käfer tot.
III. 4 ,, ,, 2 ,, ,,
IV. 1 ,, ,, 5 ,, ,,
V. 1 ,, ,, 5 ,, ,,

R. IV und V zeigen auffallendes Übereinstimmen, obwohl V sich in der Mitte der Glocke befand. Da der Cyanwasserstoff leichter als Luft ist, wäre am Grunde der Glocke leicht eine geringere Gaskonzentration zu vermuten, die sich durch das Wiederaufleben einer größeren Anzahl von Käfern als bei V hätte dartun müssen.

Versuch 5. Expositionsdauer 12 Stunden.

I.—IV. Wie bei Versuch 4.

Auf halber Höhe der Glocke an Röhre b hängend:

V. Röhrchen, mit Gaze verschlossen.
VI. Gazebeutel.

Inhalt je 5 Käfer.

Nach dem Öffnen der Glocke wurde R. I, wie in Versuch 4, sofort geöffnet und mit Gaze verschlossen, R. II blieb mit dem Korkstopfen verschlossen.

Ergebnis nach 3 Tagen:

I. 4 Käfer lebend, 1 Käfer starr.
II.—IV. Alle Käfer starr.

Ergebnis nach 7 Tagen:

I. 4 Käfer lebend, 1 Käfer tot.
II. Alle Käfer tot.
III. 1 Käfer lebend, 4 Käfer tot.
IV. Alle Käfer tot.
V. 2 Käfer lebend, 3 Käfer tot.
VI. Alle Käfer tot.

In diesem wie in dem vorhergehenden Versuch (Nr. 4) beanspruchen die R. I—III besonderes Interesse. Durch den bei der Gasentwicklung entstehenden Überdruck ist auch hier wieder die Blausäure durch die Korkstopfen in die R. I und II gedrückt worden und hat, wie wir beobachteten, die Versuchstiere bald in Starre verfallen lassen. Als darauf bei Beendigung des Versuchs der Korkstopfen bei R. I entfernt und damit frische Luft zugeführt wurde, erholten sich die Käfer bald sämtlich bzw. zum größten Teil. Bei R. II dagegen konnte das eingedrungene Gas nur durch den Stopfen wieder zurückentweichen, was relativ langsam vor sich geht, so daß die Käfer einer längeren Einwirkungsdauer, wenn auch bei geringerer Konzentration, unterworfen waren und infolgedessen eingingen.

Überraschend ist ferner, daß bei Versuch 5, wie auch bei zahlreichen ähnlichen Versuchen, R. II im Hinblick auf den Prozentgehalt an abgetöteten Käfern besser abschneidet als R. III, das nur mit Gaze verschlossen war und so dem Gas freien Zutritt bot.

Schließlich sei bei Berücksichtigung von Versuch 5 noch auf das Ergebnis der einseitig offenen Röhrchen III und V einerseits und das der Gazebeutel IV und VI anderseits hingewiesen. Der Unterschied tritt deutlich zutage. Während die in den Gazebeuteln befindlichen Tiere sämtlich abgetötet sind, haben sich die Käfer in den Röhrchen, in die das Gas nur von einer Seite, von oben her, eindringen konnte, zu einem, wenn auch geringen Teil, wieder erholt.

Diese aus den letzten Versuchen gewonnenen Beobachtungen scheinen mir deshalb beachtenswert, weil sie in der Lage sind, auf die Vorgänge, wie sie sich in der Praxis bei der Durchgasung von Mühlen und Speichern abspielen werden, einiges Licht zu werfen. Auch dort haben wir in Ritzen, Fugen und ähnlichen schwer zugänglichen Örtlichkeiten Räume, in die der Cyanwasserstoff bei dem anfangs entstehenden Überdruck hineingepreßt wird und die dann in ähnlicher Weise der Durchlüftung einen gewissen Widerstand entgegensetzen, wie das mit dem Korkstopfen verschlossen gehaltene Glasröhrchen.

Versuch 6. Expositionsdauer 15 Stunden.

I.—VI. Anordnung wie in Versuch 5. Je 5 Käfer.
Ergebnis, beobachtet nach 1—10 Tagen:
I.—VI. Sämtliche Käfer tot.

Versuche mit 2 vol. Proz. Konzentration.

Bei der Erörterung der folgenden Versuche mit 2 vol. Proz. Cyanwasserstoff glauben wir, von einer eingehenden Aufführung der einzelnen Versuche absehen zu dürfen, da interessierende Begleitumstände von uns bei den Versuchen mit 1 vol. Proz. eingehendere Erwähnung erfahren haben und wesentlich neue sich nicht ergaben.

Der Gleichmäßigkeit und besseren Übersichtlichkeit wegen wurde bei den im folgenden angeführten Versuchen dieselbe Anordnung des Versuchsmaterials innegehalten; zugrundegelegt wurde die Anordnung, wie wir sie im Versuch 5 der vorstehenden Ausführungen getroffen hatten.

Auf dem Boden der Versuchsglocke standen:
I. Röhrchen, wie oben, mit flachem Korkstopfen verschlossen, der nach Beendigung des Versuchs sofort geöffnet wurde.
II. Wie I, blieb verschlossen.
III. Röhrchen, mit Gaze verschlossen.
IV. Gazebeutel.

In halber Höhe der Glocke an Röhre b hängend:
V. Röhrchen, mit Gaze verschlossen.
VI. Gazebeutel.

Alle Röhrchen bzw. Gazebeutel enthielten je 5 Kornkäfer nebst einigen Getreidekörnern. Im Übrigen stehen diese Versuche mit denen bei 1 vol. Proz. in völliger Parallele.

Von unseren zahlreichen Versuchen haben wir die folgenden 4 Verusche ausgewählt und aus Gründen einer leichteren Übersicht in die Form einer Tabelle gebracht, die eine klare Einsicht in die Wirkungsweise einer Blausäurekonzentration von 2 vol. Proz. bei den verschiedenen Einwirkungszeiten gestattet. Wenn wir im folgenden nicht nur das Endergebnis der Versuche, sondern die Beobachtungen zu 2 verschiedenen Zeiten wiedergeben, so geschieht das, um auch hier wieder auf die mitunter lange währende Starre der Käfer bzw. das zum Teil erst sehr spät erfolgende Wiederaufleben besonders hinzuweisen.

Röhrchen bzw. Gazebeutel Nr.	Expositionsdauer															
	2 Stunden				4 Stunden				4¼ Stunden				6 Stunden			
	Ergebnis nach Tagen															
	2		5		3		5		3		5		1—10			
	leb.	starr	leb.	tot	leb.	starr	leb.	tot	leb.	starr	leb.	tot	leb.	starr	leb.	tot
I.	5		5		4	1	5		1	4	2	3				5
II.		5		5		5		5		5		5				5
III.		5	2	3		5	1	4		5	1	4				5
IV.		5	1	4		5	1	4		5		5				5
V.		5	2	3		5	1	4		5		5				5
VI.		5	1	4		5	1	4		5		5				5

Das Ergebnis dieser Laboratoriumsversuche können wir also dahin zusammenfassen, daß in einem kleineren, relativ dichten Raum, wie er in unserer Versuchsglocke gegeben ist,

bei einer Konzentration von 1 vol. Proz. Cyanwasserstoff eine Expositionsdauer von 15 Stunden,

bei einer Konzentration von 2 vol. Proz. eine Expositionsdauer von 6 Stunden

erforderlich ist, um mit Sicherheit alle Kornkäfer abzutöten.

So günstig diese Versuchsergebnisse auf den ersten Blick erscheinen, so müssen wir uns doch vergegenwärtigen, daß es sich bei unseren Laboratoriumsversuchen um die Ausgasung nur kleiner und dazu recht dichter Räume handelte, in der Praxis dagegen wesentlich andere Verhältnisse vorliegen.

Um in dieser Frage einigermaßen Klarheit zu gewinnen, waren Konzentrationsbestimmungen des wirklich vorhandenen Gases unerläßlich.

Bei diesen Versuchen wurden wir in dankenswerter Weise von Herrn Dr. R. Czensny, Assistent am Tierphysiologischen Institut der hiesigen Landwirtschaftl. Hochschule, unterstützt, der zahlreiche Gasbestimmungen vornahm und uns dadurch wesentliche Aufschlüsse über das Verhalten des Cyanwasserstoffgases übermittelte. Da Herr Dr. Czensny demnächst über diese chemisch-technische Seite des Blausäureverfahrens zu berichten gedenkt, soll von einer eingehenderen Darstellung über Methode der Gasbestimmung und ähnliche Fragen an dieser Stelle abgesehen werden.

Uns interessiert in diesem Zusammenhange vor allem das Ergebnis der Gasanalysen bzw. das Verhalten des Blausäuregases in unserer Versuchsglocke und ferner in der Praxis, mag es sich um die Durchgasung von Speichern, Mühlen oder ähnlichen, durch den Kornkäfer gefährdeten Räumen handeln.

Unsere Versuchsglocke mit einem Rauminhalt von 55 l, die wir bei unseren eingangs beschriebenen Experimenten verwendeten, zeigte eine recht gute Dichtigkeit. Zwar ist auch in ihr eine erhebliche, mit der Zeit fortschreitende Abnahme der Gaskonzentration zu konstatieren, doch ist diese bei weitem nicht so beträchtlich, wie z. B. in einer Mühle.

Als Beleg hierfür sei im folgenden das Ergebnis der Analysen angeführt, die wir zur Bestimmung der wirklich in der Glocke vorhandenen Gaskonzentration vornahmen.

War in der Versuchsglocke das Blausäuregas in einer Konzentration von 1 vol. Proz. entwickelt worden, so ergab die Analyse 3½ Stunden nach dem Beginn der Gasentwicklung noch eine Konzentration von durchschnittlich 0,7 vol. Proz. Nach 10 Stunden waren noch 0,55 vol. Proz. in der Glocke vorhanden, und nach Verlauf von 24 Stunden zeigte die Bestimmung noch die verhältnismäßig hohe Konzentration von 0,43 vol. Proz.

Bei Entwicklung von 2 vol. Proz. Blausäure in demselben Versuchsraum kommen wir zu ganz entsprechenden Ergebnissen.

So betrug die Gaskonzentration nach 3 Stunden durchschnittlich 1,3 vol. Proz.,

nach 4 Stunden durchschnittlich 1,23 vol. Proz.

Ganz anders liegen die Verhältnisse nun in der Praxis. Selbst wenn wir eine Mühle durch Überkleben der Ritzen und Öffnungen mit Papierstreifen oder durch Verschmieren mit Lehm nach landläufigen Begriffen abgedichtet haben, so bleibt der Verschluß doch nur ein verhältnismäßig unvollkommener. Gleich zu Beginn der Gasentwicklung wird eine beträchtliche Menge des Gases durch den momentan im Gebäude entstehenden Überdruck durch die vorhandenen Öffnungen, und seien diese auch noch so klein, nach außen gepreßt, wie wir uns denn auch häufig genug durch den außerhalb des Gebäudes bemerkbar werdenden Blausäuregeruch überzeugen können, daß nicht unwesentliche Gasmengen verloren gehen.

Einen richtigen Einblick in die obwaltenden Verhältnisse können natürlich auch hier nur die Gasbestimmungen verschaffen; und diese haben gezeigt, daß die Abnahme der Gaskonzentration in einem größeren Raum (z. B. in einer Mühle) ziemlich rasch von statten geht. Nach 12—15 Stunden — der bei Mühlenausgasungen gebräuchlichen Expositionsdauer — haben wir gemäß vorgenommener Analysen kaum mehr als 0,1 vol. Proz. zu erwarten, wenn der Dosierung der Chemikalien nach 1 vol. Proz. Konzentration erreicht werden sollte. Es stehen diese Beobachtungen in völligem Einklang mit den Ergebnissen, die B. Wahl[1]) in seiner kürzlich erschienenen Arbeit „Über die Blausäure-Desinfektion von Mühlen“ mitteilt. So konnte nach Wahl in einem Falle 2 Stunden nach Beginn einer Räucherung, die auf 1 vol. Proz. Blausäure berechnet war, nur noch ein Blausäuregehalt der Luft von 0,4 Proz. festgestellt werden.

Die vorliegenden Ergebnisse der in unserer Versuchsglocke vorgenommenen Versuche geben in Verbindung mit den in der Praxis ausgeführten Gasanalysen eine hinreichende Erklärung für die häufig beobachteten Mißerfolge, die sich bei der Behandlung der Kornkäfer mit Blausäure zeigten und von denen wir eingangs sprachen. Denn, wenn nach unseren Erfahrungen eine Expositionsdauer von 15 Stunden in einem Raume erforderlich ist, in dem die Konzentration nach Verlauf dieser Zeit noch rund 0,5 vol. Proz. beträgt, so läßt sich ein vollkommener Erfolg in der Praxis nicht erwarten, wo erfahrungsgemäß die Konzentration in derselben Zeit auf etwa 0,1 vol. Proz. herabsinkt. Da eine vollkommenere Abdichtung der Gebäude sich in der Praxis kaum wird ermöglichen lassen, so resultiert nur noch die Möglichkeit, von vornherein eine stärkere Konzentration anzuwenden, die selbst nach Verlauf von 15 Stunden nicht unter 0,5 vol. Proz. herabsinkt.

Versuch in einem Raum von 105 cbm Inhalt.

Nach den einleitenden Laboratoriumsversuchen war es dringend wünschenswert, unsere bisherigen Ergebnisse durch Ausgasung eines größeren Raumes einer Kontrolle zu unterziehen.

Ein geeigneter Raum fand sich in einem Nebengebäude des hiesigen Zoolog. Instituts. Das für geeignet erachtete Zimmer hatte einen Rauminhalt von 105 cbm und konnte als verhältnismäßig dicht bezeichnet werden. An seiner Stirnseite besaß es ein größeres Fenster und auf seiner Längsseite eine kleinere Tür, die zu einem größeren Nebenraum führte und ohne große Schwierigkeit in der gewohnten Weise durch Überkleben der Ritzen und Spalten mit Papierstreifen abgedichtet werden konnte.

---

[1]) In „Archiv für Chemie und Mikroskopie“. 1917. H. 6.

Natürlich konnten wir bei diesem Zimmer keine so große Dichtigkeit voraussetzen wie bei unserer früher verwandten Versuchsglocke. Um die Konzentration in dem Raum möglichst nicht unter 0,5 vol. Proz. herabsinken zu lassen, mußten wir, von den oben erwähnten Erwägungen ausgehend, von vornherein eine stärkere Konzentration erzeugen und wählten aus diesen Gründen eine solche von 2 vol. Proz. Unter Zugrundelegung der gebräuchlichen und von uns, wie eingangs erwähnt, auch bei unseren Laboratoriumsversuchen benutzten Vorschrift waren demnach für die Ausgasung dieses Raumes erforderlich:

5 040 g Cyannatrium.
7 560 ccm Schwefelsäure (60° Bé)
20 160 ,, Wasser.

Kurz vor Beginn des Versuchs wurden die erforderlichen Schwefelsäuremengen in die entsprechenden, in Eimern befindlichen Wassermengen gegossen und darauf das Cyannatrium, in Papierdüten verpackt, in die Flüssigkeit getaucht.

In dem Raume selbst waren Testproben in Gestalt kleiner, mit Kornkäfern versehener Gazebeutel ausgesetzt worden. Da es uns besonders darauf ankam, nähere Aufschlüsse über das Durchdringungsvermögen des Cyanwasserstoffgases zu erhalten, schütteten wir in der Mitte des Versuchsraumes einen Doppelzentner Weizen pyramidenförmig auf und brachten darin in verschiedener Tiefe Testbeutel mit Calandra unter. Die Höhe dieser Getreidepyramide betrug 0,28 m, der Durchmesser an der Basis 1,10 m.

In der Nähe des Fensters wurde ein Sack Getreide (Doppelzentner Roggen) aufgestellt und in der Mitte desselben ein 18 cm hoher und 11 cm weiter, allseitig geschlossener Drahtzylinder eingebaut, in den eine rechtwinklig gebogene Glasröhre von oben her eingeführt war. Der andere Schenkel dieser Röhre führte durch eine kleine, durch Einschießen hergestellte Öffnung der Fensterscheibe ins Freie und gestattete so, die Konzentration des in den Sack eingedrungenen Gases zu bestimmen. Da der volle Sack eine Höhe von 0,85 m und einen Durchmesser von 0,48 m besaß, war der Drahtzylinder mithin an den Seiten von einer durchschnittlich 0,18 m starken Körnerschicht umgeben, die von der Blausäure zu durchdringen war, um in den Drahtzylinder zu gelangen. Auch in letzterem waren einige Testbeutelchen mit lebenden Kornkäfern untergebracht.

Ein 2. Glasrohr, das ebenfalls von außen her durch die Fensterscheibe geführt war und in das Innere des Versuchsraumes 1 m tief hineinragte, hatte den Zweck, von Zeit zu Zeit vorzunehmende Konzentrationsbestimmungen zu ermöglichen.

Die Verteilung der Testbeutel, deren jeder 6 Kornkäfer enthielt, war folgende:

Nr. 1 und 2 im Drahtzylinder des Roggensackes.
,, 3 ,, 4 im Weizenhaufen, 3 cm über dem Boden,
,, 5 ,, 6 ,, ,, 15 ,, über dem Boden,
,, 7 ,, 8 ,, ,, 20 ,, über dem Boden,
,, 9 ,, ,, 25 ,, über dem Boden,
,, 10 unter einem vierfach zusammengelegten Sack auf dem Fußboden,
,, 11 auf dem Fußboden des Versuchsraumes,
,, 12 am Grunde einer offenen Mehlkiste,
,, 13 in einem Schrank, dessen Türen geschlossen wurden,
,, 14 auf einem Wandbrett, 2,50 m über dem Fußboden,
,, 15 auf einem 0,50 m hohen Faß in der Nähe des Fensters.

Nach diesen Vorbereitungen konnte abends 7 Uhr die Durchgasung beginnen. Die Temperatur in dem Versuchsraum betrug 15° C, der Feuchtigkeitsgehalt der Luft zu Anfang 68 Proz. Um den Verhältnissen der Praxis möglichst nahezukommen, wurde die Expositionsdauer auf 14 Stunden festgesetzt. Obwohl mit der Entwicklung des Gases die Ritzen der Tür möglichst rasch durch Überkleben mit Papierstreifen abgedichtet wurden, machte sich trotzdem, besonders zu Anfang, in der Nähe der Tür ein kräftiger Blausäuregeruch bemerkbar, während in der Nähe des Fensters kaum irgendeine Spur des Gases wahrzunehmen war.

Wenige Minuten nach Beginn der Blausäureentwicklung wurde mit der Bestimmung der im Raum erzielten Konzentration begonnen. Im Laufe der Expositionszeit von Stunde zu Stunde vorgenommene Analysen ergaben dann die in folgender Tabelle zusammengestellten Resultate:

Nach Beginn der Gasentwicklung	Ergebnis der Gasbestimmung
¼ Stunde	1,84 vol. Proz.
1 „	1,68 „ „
2 Stunden	1,52 „ „
3 „	1,41 „ „
4 „	1,28 „ „
14 „	0,86 „ „

Die Öffnung und Durchlüftung des Raumes wurde vormittags 9 Uhr vorgenommen, mithin nach der programmäßig festgesetzten Expositionsdauer von 14 Stunden.

Kurz vor der beginnenden Öffnung des Raumes waren Gasproben aus dem im Roggensack befindlichen Drahtzylinder entnommen worden. Diese brachten das überraschende Resultat, daß die Konzentration des Gases in der Mitte des Sackes nach einer Einwirkungszeit von 14 Stunden nur 0,20 vol. Proz. betrug.

Die Durchlüftung ging recht langsam vonstatten, da außer der Tür nur ein kleiner Teil des Fensters geöffnet werden konnte und außerdem ein für unsere Zwecke recht ungünstiger Wind herrschte. Erst nachmittags ½5 Uhr, also nach 7½stündiger Durchlüftungszeit konnte der Raum auf längere Zeit betreten werden.

Auch die im Raum und im Getreide verteilten Testproben wurden erst zu dieser Zeit herausgenommen und einer Durchlüftung zugänglich gemacht. Dadurch hat die Expositionsdauer, genau genommen, eine nicht unbeträchtliche Verlängerung, wenn auch bei stark abfallender Konzentration, erfahren, wovon hier einmal ganz abgesehen werden mag, da in der Praxis die Verhältnisse sich ganz analog verhalten. Da im Interesse einer besseren Wirkung des Gases eine allmähliche Durchlüftung nur vorteilhaft sein kann, wäre übrigens in der Praxis ein frühzeitiges Umschaufeln der durchgasten Vorräte tunlichst zu vermeiden, um die von dem Material aufgesaugten Gasmengen möglichst lange für die Vernichtung der Schädlinge nutzbar zu machen, wenn nicht aus Betriebsrücksichten oder anderen Gründen eine möglichst schnelle Durchlüftung geboten erscheint.

Daß das Entweichen der Blausäure aus aufgeschüttetem oder gesacktem Getreide recht langsam vor sich geht, zeigte uns eine Bestimmung des im Drahtzylinder des Roggensackes vorhandenen Gases, die wir nach Verlauf von 8 Stunden seit Beginn der Entlüftung vornahmen. Hatten wir, wie bereits oben erwähnt, nach einer Expositionsdauer von 14 Stunden nur eine Konzentration von 0,20 vol. Proz. nachweisen können, so konnten wir nunmehr nach 8stündiger Durchlüftung feststellen, daß die Konzentration der Blausäure in der Mitte des Sackes während dieser Zeit auf nur 0,16 vol. Proz. herabgesunken war.

Es zeigt sich somit in deutlichster Weise, daß der Cyanwasserstoff nur in geringem Grade fähig ist, in lagernde Getreidemassen einzudringen. Wie sich diese Eigenschaft des Gases auf die in verschiedener Tiefe des Weizenhaufens untergebrachten Kornkäfer äußern würde, ließ sich im voraus ersehen.

Ergebnis der Testproben.

24 Stunden nach erfolgter Öffnung des Raumes wurden die Testbeutel auf die Wirkung der Durchgasung geprüft. Das Ergebnis war folgendes:

Beutel Nr. 4: 4 Käfer lebend, 2 Käfer starr. In allen anderen Beuteln sämtliche Käfer starr.

Ergebnis nach 2 Tagen:

B. Nr. 3: 2 Käfer lebend, 4 Käfer starr.
B. Nr. 4: 4 Käfer lebend, 2 Käfer starr.
Alle andern Käfer starr.

Das endgültige Ergebnis zeigte sich nach 4 Tagen:

B. Nr. 1: 4 Käfer lebend, 2 Käfer tot.
,, ,, 2: 3 Käfer lebend, 3 Käfer tot.
,, ,, 3: Alle 6 Käfer lebend.
,, ,, 5: 5 Käfer lebend, 1 Käfer tot.
,, ,, 5: Alle 6 Käfer tot.
,, ,, 6: 1 Käfer lebend, 4 Käfer tot (1 Käfer entschlüpft).
,, ,, 7—15: Alle Käfer tot.

Die Ergebnisse dieser Versuche reden u. E. eine deutliche Sprache. Daß eine Einwirkungsdauer von 14 Stunden bei einer Gaskonzentration von 1,84 bis abfallend auf 0,86 vol. Proz. hinreichen würde, um alle Käfer in den freiliegenden Beuteln abzutöten, konnte nach unseren aus den Glockenversuchen gewonnenen Erfahrungen nicht wundernehmen. Aber auch die in dem geschlossenen Schrank und unter dem vielfach zusammengelegten Sack befindlichen Käfer gingen sämtlich zugrunde. Gerade bei den Säcken konnten wir hier, wie auch früher wiederholt, die Beobachtung machen, daß sie bei der Entlüftung des Raumes die Blausäure erstaunlich lange festhalten. Es deckt sich diese Beobachtung ganz mit den auch sonst gemachten Erfahrungen, daß die Blausäure in Stoffen und Kleidern (verlausten Uniformstücken u. a.) nach beendigter Durchgasung überraschend lange haften bleibt, wenn nicht eine tüchtige Bewegung der durchgasten Gegenstände Platz greift.

Ungleich interessanter und wichtiger im Hinblick auf die Anwendbarkeit der Blausäure im Kampfe gegen den Kornkäfer und andere in aufgeschütteten Getreidemassen lebende Schädlinge ist jedoch das Verhalten des Gases gegenüber größeren Getreidehaufen.

Ein völliges Absterben aller Käfer haben wir nur in den Beuteln erzielt, die in dem Weizenhaufen 20 cm über der Basis der Getreidepyramide und darüber lagen, bzw. die von einer nur 8 cm starken oder dünneren Getreideschicht bedeckt waren. War die Schicht 13 cm stark, wie bei den Testbeuteln Nr. 5 und 6, so war das Ergebnis schon unsicher, wenn auch die größere Menge der Käfer noch vernichtet wurde. Wesentlich ungünstiger wird das

Resultat bei den Käfern, die sich unter einer 25 cm starken Getreideschicht befanden (Nr. 3 und 4); wir haben hiermit schon fast die Grenze erreicht, bis zu welcher die Blausäure überhaupt noch einen schädigenden Einfluß auf den Käfer auszuüben vermochte.

Welche Konzentration in Wirklichkeit in den verschiedenen Tiefen des Getreidehaufens erreicht worden ist, läßt sich aus den Bestimmungen des ins Innere des Roggensackes eingedrungenen Gases wenigstens ungefähr ermessen, die ihrerseits das unbefriedigende Resultat in der Vernichtung der darin befindlichen Käfer (Beutel Nr. 1 und 2) zur Genüge erklären.

In allerneuester Zeit, zum Teil erst während wir die vorstehenden Zeilen schreiben, sind einige Arbeiten auf dem Gebiet der Blausäurebekämpfung erschienen, die auch mehr oder minder ausführliche Angaben über die Wirkung des Cyanwasserstoffs auf den Kornkäfer enthalten. Es sind dies besonders die Arbeiten von B. Wahl-Wien[1]), H. W. Frickhinger-München[2]) und J. Stoklasa-Prag[3]).

Die Arbeiten von Frickhinger und Wahl beziehen sich in erster Linie auf die Anwendung der Blausäure gegen den Haupt-Mühlenschädling, die Mehlmotte, doch wird mehr beiläufig auch über das Ergebnis der Ausgasungen auf Calandra granaria berichtet. Frickhinger konnte nun, ganz übereinstimmend mit unseren Beobachtungen, feststellen, daß eine Durchgasung mit 1 vol. Proz. Blausäure bei der gewöhnlichen Expositionsdauer von etwa 15 Stunden gegen den Kornkäfer durchaus keinen Erfolg zeitigt, während andere Mühlenschädlinge meist zugrunde gehen.

Wahl kommt auf Grund von Versuchen mit 1 vol. Proz. bei 14stündiger Einwirkungsdauer zu demselben Ergebnis. Auch nach seiner Ansicht „muß eine Räucherung mit 1 vol. Proz. Blausäure wohl als zur Bekämpfung dieses Speicherschädlings ungenügend betrachtet werden, und es müßte gegebenenfalls noch diesbezüglich die Wirkung einer Räucherung mit einer höheren Konzentration von Blausäure ausgeprobt werden, nachdem immerhin auch der Kornkäfer für Blausäure nicht ganz unempfindlich zu sein scheint.“

Völlig abweichend sind die Ergebnisse, über die Stoklasa in seiner oben erwähnten Arbeit berichtet. Stoklasa prüfte die Wirkung der Blausäure auf eine ganze Reihe von Speicherschädlingen, sowohl tierischer wie pflanzlicher Art, und gelangt zu dem von Frickhinger, Wahl und uns völlig abweichenden Resultat, daß der Kornkäfer nach einer Einwirkungsdauer von 8 Min. bei 1 vol. Proz. Konzentration mit Sicherheit abgetötet wird. Welches die Ursache dieser abweichenden Ergebnisse bei Stoklasa ist, haben wir nach seiner Arbeit, die eine vorläufige Mitteilung einer demnächst erscheinenden, eingehenderen Abhandlung darstellt, nicht feststellen, ja nicht einmal vermuten können. Nach unseren Beobachtungen tritt nach etwa 8 Min. der Zeitpunkt ein, wo Calandra granaria in einer Konzentration von 1 vol. Proz. Blausäure in Starre fällt, aus der aber mit Sicherheit ein Wiederaufleben erfolgt. Würde tatsächlich eine so kurze Expositionsdauer bei 1 vol. Proz., wie Stoklasa angibt, zur Vernichtung des Kornkäfers ausreichend sein, so würden sowohl jene von Frickhinger und Wahl mitgeteilten Mißerfolge als auch unsere eigenen Beobachtungen, die wir bei unseren Laboratoriumsversuchen machen konnten und auf die auch von R. Heymons[1]) vor einiger Zeit hingewiesen worden ist, völlig unerklärlich sein, selbst dann, wenn wir nur die Wirkung der Blausäure auf freiliegende Käfer ins Auge fassen.

---

[1]) Über die Blausäure-Desinfektion von Mühlen. (Arch. f. Chem. u. Mikrosk. 1917. H. 6.)

[2]) Blausäureräucherung im Dienste der Mehlschädlingsbekämpfung. (Zeitschr. f. angew. Entomol. Bd. 4. 1917. H. 2.)

[3]) Zur Bekämpfung der Mehl- und Getreideschädlinge. (Mitt. d. Deutsch. Landw. Gesellsch. 1918. St. 5.)

Zusammenfassung der Ergebnisse.

In kleineren, gut schließenden Glasgefäßen vorgenommene Laboratoriumsversuche zeigen, daß eine Konzentration von 1 vol. Proz. Cyanwasserstoff bei einer Einwirkungsdauer von 15 Stunden oder

eine Konzentration von 2 vol. Proz. bei 6stündiger Einwirkungszeit

freiliegende oder nur wenig von Getreide bedeckte Kornkäfer sicher vernichtet.

Trotzdem kann ein auf diesen Daten basierendes Bekämpfungsverfahren in der Praxis keine Erfolge zeitigen, weil sich eine den Laboratoriumsversuchen ähnliche Abdichtung der Mühlen- oder Speichergebäude nicht bewerkstelligen läßt und infolgedessen

eine rasch fortschreitende Abnahme der Konzentration stattfindet, die der Kornkäfer in den meisten Fällen zu überstehen vermag.

Durch eine stärkere Dosierung des Gases, wie 2 vol. Proz., läßt sich auch in größeren Räumen eine höhere, den Laboratoriumsversuchen mit 1 vol. Proz. etwa gleichkommende, Konzentration erzielen, so daß eine Vernichtung der freiliegenden Käfer mit ziemlicher Sicherheit erwartet werden kann, wenn die Einwirkungszeit auf etwa 15 Stunden ausgedehnt wird.

Da aber nur ein verhältnismäßig kleiner Teil der Kornkäfer sich an der Oberfläche des Getreides befindet, die weitaus größte Menge sich dagegen in größerer oder geringerer Tiefe im Getreidehaufen, vielfach sogar in den ausgehöhlten Körnern selbst, aufhält, steht einem befriedigenden Erfolg die geringe Fähigkeit des Cyanwasserstoffs, lagernde Getreidemassen zu durchdringen, entgegen, wie wir sowohl biologisch wie gasanalytisch durch unsere Versuche dargetan zu haben glauben.

Was das hieraus resultierende Ergebnis für die praktische Bekämpfung des Kornkäfers anlangt, so können wir uns der Ansicht nicht verschließen, daß wir nach dem derzeitigen Stande unserer Blausäure-Technik[1]) ein brauchbares Mittel gegen den Kornkäfer in dem Cyanwasserstoff nicht zu erblicken haben. Das zu betonen, erscheint uns als dringend geboten, wenn wir nicht Gefahr laufen wollen, in Kreise interessierter Praktiker unbegründete Hoffnungen oder gar Empfehlungen zu tragen, die nur zu leicht dazu angetan sind, das Blausäureverfahren auch als Mittel zur Bekämpfung solcher Schädlinge in Mißkredit zu bringen, gegen die es sich ausgezeichnet bewährt hat, und wo wir es nicht ohne Not wieder schwinden sehen möchten.

---

[1]) Die Entmottung der Mühlen. (Die Mühle. Jahrg. 54. 1917. Nr. 31.)

Nachdruck verboten.

Über das Auftreten von Thersilochus morionellus Holmgren als natürlicher Feind des Rapsglanzkäfers (Meligethes aeneus F.) in Schlesien.

Von Dr. **Oberstein**, Breslau.

Leiter der Saatstelle der Landwirtschaftskammer für die Prov. Schlesien, z. Zt. Kanonier in einem Fußartillerie-Regiment.

Im Anschluß an die Mitteilungen über Coelinius niger Nees als Schmarotzer der Weizenhalmfliege in Schlesien[2]) schon vor 20 Jahren hatte Eidam[3]) bei Zuchtversuchen mit Chlorops taeniopus Meig. aus dem Kreise Wohlau die Beobachtung gemacht, daß aus den meisten der Puppen statt Halmfliegen zierliche Schlupfwespen (Ichneumonen) entkamen — möchte ich in folgendem kurz Mitteilung machen über ein zwischen Zimpel und Wilhelmshafen bei Breslau im Vorsommer 1918 beobachtete Vorkommen von Thersilochus morionellus Holmgr. auf einem vom Rapsglanzkäfer und dessen Larve arg heimgesuchten Rapsfeld.

Auch bei Rapsglanzkäfer-Epidemien ist man ja geneigt, ungünstigen Witterungseinflüssen[4]) die Hauptschuld an dem Wiederverschwinden des Schädlings beizumessen. Von natürlichen Feinden des Rapsglanzkäfers führt Reh im 3. Band des Sorauerschen Handbuchs der Pflanzenkrankheiten (1913, S. 474), außer den von Taschenberg[5]) angegebenen, keine an. E. L. Taschenberg schreibt hierüber a. a. O.: „Ein kleiner, metallisch grüner, an den Deckschildspitzen rotgefleckter Käfer, der Malachius aeneus, frißt die Larven (Amtmann Schmid in Walkenried), und ebenso stellen ihnen mehrere, dem Microgaster glomeratus verwandte Schlupfwespchen nach, indem sie ihre Eier an dieselben legen.“

---

[1]) Möglicherweise ließe sich eine bessere Durchdringung des Getreides dadurch erreichen, daß der befallenes Getreide enthaltende Raum bis zu einem gewissen Grade evakuiert und darauf mit Blausäure beschickt würde. Versuche in dieser Richtung, auf die auch Wahl hinweist, waren von uns geplant und vorbereitet. Leider wurden wir durch plötzlich eintretende Umstände gezwungen, von der Durchführung dieser Versuche bis auf weiteres Abstand zu nehmen.

[2]) Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 48. S. 286—90.

[3]) Bericht üb. d. Tätigk. d. Agrikulturbot. Versuchs- u. Samenkontrollstat. d. Breslauer landw. Ver. 1898. S. 9.

[4]) Leipziger, Der Glanzkäferbefall des Rapses in seiner Beziehung zur Sortenfrage nach den Erfahrungen im Jahre 1918. (Zeitschr. d. Landwirtschaftskamm. f. d. Prov. Schlesien. Bd. 22. 1918. S. 560—561.)

[5]) Taschenberg, E. L., Praktischer Insektenkunde. II. Die Käfer und Hautflügler. 1879. S. 14.

Was zunächst den genannten Weichkäfer betrifft, so bemerkt J. Gerhardt[1]) über dessen Biologie nur, daß er sich auf Blüten, Gräsern, Kornähren usw. fände. Auch C. Schaufuß[2]) erwähnt nur, daß seine Larve im Dachstroh gefunden worden wäre, eine Angabe, die in C. Schenklings Deutscher Käferwelt (1885. S. 78) näher ausgeführt wurde. Bemerkenswerterweise sagt letztgenannter Autor aber über die Malachiusspezies im allgemeinen: „Zahlreiche, Wärme, Sonnenschein und Blumen liebende Arten, daher sie meist auf Blüten angetroffen werden, von denen sie sich vorzugsweise zu nähren scheinen; doch verzehren sie gelegentlich auch kleine Insekten. Auch ihre Larven sind Raubtiere, welche besonders andern Insektenlarven nachstellen.“ Es mag also die Schmidsche Beobachtung wohl zutreffen, daß das grüne, rotgerandete Weichkäferchen ein natürlicher Feind des Rapsglanzkäfers sei.

Für die weiteren Angaben Taschenbergs scheint aber mutatis mutandis das von mir über die Nowickischen Bemerkungen über „Ichnoimoniden“ als Chloropsfeinde berichtigend Gesagte zuzutreffen. Dort sind eben hauptsächlich Braconiden die natürlichen Feinde, hier, bei Meligethes aeneus, sind es, entgegen den Taschenbergschen Angaben über nahe Verwandtschaft mit Microgaster glomeratus, anscheinend Ichnoimoniden, die den gefürchtetsten Rapsfeind dezimieren helfen.

Jedenfalls waren die bei Zimpel, von mir und meiner Frau in ziemlich großer Zahl beobachteten Tiere, die Herr Prof. R. Dittrich-Breslau in stets liebenswürdiger Bereitwilligkeit die Güte hatte, wiederum zu bestimmen, sehr lebhaft, wie das Ichnoimoniden, im Gegensatz zu Braconiden, eigen ist. Es gelang nur schwer, einige wenige zu fangen. Prof. Dittrich identifizierte die ihm übersandten Exemplare nach seinem Zettelkatalog als Thersilochus morionellus Holmgr. (bereits von C. G. Brischke für Meligethes aeneus notiert) — mit allem Vorbehalt freilich eines peinlichst genauen Spezialforschers. Bieten doch die Untergattungen und zahlreichen Arten von Thersolichus bekanntlich ganz besondere Schwierigkeiten. Die vorliegenden Exemplare waren zudem Männchen, während genau bekannt nur die Weibchen der Spezies bisher sind.

Das beobachtete Auftreten von Thersolichus morionellus Holmgr. auf Rapsfeldern stellt sonach für die Wissenschaft an sich nichts Neues dar. Allein die pflanzenpathologische Spezialliteratur weist doch dahingehende Lücken, wie wir sahen, in ihren Angaben noch auf. Für Schlesien sind die Beobachtungen neu und um so bemerkenswerter, als ja gerade Schlesien mit einer Anbaufläche von 5092 ha bereits 1913 die am stärksten rapsbauende Provinz Preußens war.[3]) Auf Schlesien entfiel in dem Jahr vor Ausbruch des Weltkrieges allein ein Viertel des Anbaues Preußens.

---

[1]) Gerhardt, J., Verzeichnis der Käfer Schlesiens. 1910. S. 178.

[2]) Schaufuß, C., Calwers Käferbuch. I. 1916. S. 385.

[3]) Opitz, Der Anbau von Winterraps und seine gegenwärtige volkswirtschaftliche Bedeutung. (Zeitschr. d. Landwirtschaftskamm. f. d. Prov. Schles. Bd. 20. 1916. S. 604/607.)

Referate.

Müller, Karl, Rebschädlinge und ihre neuzeitliche Bekämpfung. Vorträge, gehalt. an d. Großh. landwirtschaftl. Versuchsanst. Augustenberg. M. 2 farb. Taf., 1 Karte. Karlsruhe i. B. (G. Braun) 1918. Preis ℳ 6,00.

In dem vorliegenden Buche behandelt Verf. mit größter Sachkenntnis in geschickter Weise für weitere Kreise die wirtschaftlich wichtigen Rebschädlinge. Auch dem Phytopathologen wird diese kurze, übersichtliche Darstellung sehr willkommen sein. Der Stoff wird in 12 Vorträgen behandelt, deren Inhalt durch die Stichworte angedeutet sei: I. Allgemeines über Rebkrankheiten und ihre Bedeutung für den Weinbau: Einnahmen aus dem Rebbau, verglichen mit anderen Kulturpflanzen, früher und jetzt; Die Bebauungskosten, Wertabnahme der Rebgelände; Fehlherbste und Abnahme der Rebfläche; Verschieden starker Rückgang des Weinbaus in den einzelnen Landesteilen; Die Ursachen sind die Rebkrankheiten; Die Ansichten der Winzer; Ist die Rebe degeneriert?; Unsere Rebsorten haben eine spezifische Widerstandsfähigkeit gegen die amerikanischen Krankheiten überhaupt nie besessen; Auch im Ertrag ist die Rebe nicht degeneriert; Verwechselungen mit Degeneration; Übersicht über die Rebkrankheiten; Physiologische Krankheiten; Pilzkrankheiten; Tierische Krankheiten; Die staatliche Einrichtung zur Beobachtung und Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten; Außerordentliche staatliche Unterstützungen, veranlaßt durch die Fehlherbste. II. Die Peronosporakrankheit: Einfluß der Krankheit auf den gesamten Weinbau; Die Einschleppungs- und Verbreitungsgeschichte der Krankheit; Das Krankheitsbild; Die Entwicklung des Pilzes; Ansteckung der Blätter durch die Schwärmsporen; Ansteckung der Gescheine und Beeren; Die Überwinterung des Pilzes; Abhängigkeit der Krankheit von der Witterung, zumal mit Bezug auf die badischen Verhältnisse; Inkubationszeit; Vorausbestimmung, wann die Krankheit auftreten wird; Empfänglichkeit der Sorten und die wahrscheinliche Ursache; Schädigung für den Weinstock; Allgemeines über die Bekämpfung und die Wirkung der Kupferkalkbrühe. III. Die Peronosporabekämpfung: Ohne Bekämpfung des Pilzes gehen die Reben zugrunde; brauchbare Mittel nur Kupfersalze und Perocid; pulverförmige Mittel versagen bei Regenwetter; Herstellung der Kupferkalkbrühe, Geschichtliches; Bestandteile, Beschaffenheit des Kupfervitriols, des Kalkes; Die Herstellung der Brühe, ihre Eigenschaften; Haltbarmachung; Konzentration; Kupfersoda- oder Burgunderbrühe; sog. fertige Brühen; Ersatz für Kupfervitriol: Perocid; Herstellung der Perocidkalkbrühe; Zeitpunkt des Spritzens; Feststellung mittelst des Inkubationskalenders; Bekanntgabe der Spritzzeiten durch den Pflanzenschutzdienst; „Glücksherbst“; Nicht vor jedem Peronosporaausbruch braucht gespritzt zu werden; Allgemeine Zeitangabe für die Bespritzungen; Beeinflussung der Bekämpfung durch den Arbeitermangel (Kirschen-, Heuernte); Genossenschaftliches Spritzen?; Technik des Spritzens; Bespritzen der Blattunterseiten; Erleichterungen hierzu; Wird der Most durch das Bespritzen beeinflußt?; Bedarf an Spritzbrühe für 1 Ar; IV. Der Rebenmehltau: Erkennungsmerkmale der Krankheit; Empfänglichkeit verschiedener Sorten; Einschleppungs- und Verbreitungsgeschichte; Schädigung des Weinbaus durch diese Krankheit; Beschreibung des Pilzes, seine Entwicklung; Geschichtliches über die Ursachen der Krank-

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

heit; Bekämpfung; Verschiedene Schwefelsorten; Reinheits- und Feinheitsbestimmungen; Gebrauchswert der einzelnen Sorten; Wirkungsweise des Schwefels auf den Pilz; Praktische Ausführung der Bekämpfung; Mittel zur gleichzeitigen Bekämpfung von Mehltau und Peronospora. V. Verschiedene durch Witterungsverhältnisse und Pilze hervorgerufene Rebkrankheiten: Frostbeschädigungen; Einfluß der Bodenkultur auf die Frostschäden; Grind der Reben; Hagel; Maßnahmen gegen Hagelbeschädigungen; Gelbsucht, Mittel dagegen; Wurzelschimmel: Art des Schadens; verschiedene Bekämpfungsmaßnahmen; Anpflanzung widerstandsfähiger Sorten; Roter Brenner, seine Bekämpfung; Grauschimmel (Botrytis); Edelfäule. VI. Der Heu- und Sauerwurm: Geschichtliches; Größe des Schadens; Lebensgeschichte; Unterschied zwischen den beiden Traubenwicklerarten; Biologische Bekämpfung; Winterbekämpfung; Sommerbekämpfung mit Spritzflüssigkeiten; Arsenbrühe; Tabakbrühe; Technik der Bekämpfung; Spritzen, Revolververstäuber; Menge der Spritzbrühe; Zeitpunkt des Spritzens; Vergiftungsfälle; Nikotingeschmack des Mostes. VII. Weitere tierische Krankheiten der Rebe: Milben- oder Pockenkrankheit (Phytoptus vitis); Kurzknotigkeit oder Kräuselkrankheit (Phyllocoptes vitis); Schildläuse (Lecanium corni und Pulvinaria betulae); Springwurm (Oenophthira pilleriana), Lebensgeschichte; Seine Einwanderung nach Baden; Bekämpfungsmaßnahmen; Nützlinge; Rebenstecher (Rhynchites betuleti); Rebfallkäfer (Adoxus vitis). VIII. Die Reblaus: Reblausherde; Nodositäten und Tuberositäten; Entwicklungskreis der Wurzelläuse; Oberirdische Formen der Reblaus; Bedeutung der geflügelten Läuse und ihrer Nachkommen für die Ausbreitung der Reblausseuche; Vastatrix- und Pervastatrix-Rasse; Einschleppungs- und Verbreitungsgeschichte. IX. Die Ausbreitung und Bekämpfung der Reblaus: Art der Ausbreitung; Verschleppung durch den Menschen; Verbreitung ohne dessen Mitwirkung; Internationale Reblauskonvention; Reblausgesetz; Vorbeugende Maßnahmen; Weinbaubezirke; Desinfektion der Reben, Handel mit Reben; Beaufsichtigung der Rebgelände und Wurzeluntersuchungen; Verbot des Anbaus von Amerikanerreben; Taylorrebenbau in Baden; Die wirtschaftlichen Nachteile, die das Anbauverbot nach sich zieht; Direkte Vertilgung; Natürliche Feinde; Sandböden; Unterwassersetzen des Geländes; Kulturverfahrens; Ausrottungsverfahren; Seine Vorteile; Aufgegebene Seuchengebiete. X. Weinbau mit reblauswiderstandsfähigen Reben: Ursprünglich eingeführte amerikanische Reben; Wilde amerikanische Reben; Entstehung der Widerstandsfähigkeit; Ursache; Einige reblauswiderstandsfähige amerikanische Arten, nicht verwendungsfähig zum Anbau; Geeignete, durch Kreuzung erhaltene Unterlagen; Beschaffenheit der Unterlage; Reblausfestigkeit; Adaption; Affinität; Holzreife; Auswahl einiger z. T. als beste Unterlagen geltenden Kreuzungen; Das Edelreis; Technik der Rebenpfropfung; Gegenseitige Beeinflussung der Pfropfkomponenten; Wein von veredelten Reben; Kosten des neuen Weinbaus; Erträge von veredelten Reben in Frankreich. XI. Die Züchtung neuer Rebensorten: Zweck der züchterischen Bestrebungen; Individualauslese; Mutationen; Pfropfbastarde; Kreuzungen; Entstehung neuerer Rebsorten durch natürliche Kreuzung; Neuzüchtung von Rebsorten mit größerer Krankheitswiderstandsfähigkeit durch künstliche Kreuzung; Wert der bisherigen Züchtungen; Aussichten für neue; Der Befruchtungsvorgang; Kerne und Chromosome; Vererbbare Anlagen; Die Mendelschen Gesetzmäßigkeiten. XII. Neuzeitlicher Weinbau: Umwälzungen im Weinbau seit dem Auftreten der Rebkrankheiten; Rebschädlingsbekämpfung neben landwirtschaftlicher Arbeit; Aufgabe unrentabler und abseits liegender Rebstöcke, ihre Bebauung mit anderen Kulturpflanzen; Verbilligung der Weinbaus: Zusammenlegen der Rebgrundbesitzer; Anlage von Fahrwegen; Wasserfassung; Bodenbearbeitung mit dem Pflug; Zu alte Rebstöcke haben keine Erträge mehr; Neuanlagen mit Drahterziehung und deren Vorteile; Anpflanzung selektionierter Reben, Ertragunterschiede gegenüber nichtselektionierter Reben; Vermehrung fruchtbarer Rebstöcke; Erträge verschiedener badischer Rebgüter; Schlüsse aus den mitgeteilten Zahlen. — Ein statistischer Anhang und Register beschließen das inhaltsreiche Buch. Die Ausstattung ist trotz dieser Zeiten sehr gut und geschmackvoll; die Abbildungen sind sehr gut; Der Preis wurde mit ermöglicht durch einen Staatszuschuß zur Drucklegung seitens des badischen Ministeriums. Anton Krauße.

Istvánffi, Gy. von, Das Auftreten der Blattfallkrankheit des Weinstocks in Ungarn, nach Untersuchungen von Dr. F. Savoly. (Intern. agrar.-techn. Rundsch. V. 1914. S. 1359—1363.)

„Unter „Bios“ versteht Savoly (im 5. Bd. der Arbeiten des kgl. ungar. Zentralinstituts f. Weinbau in Budapest) eine Zahl, die nach einer ausführlich mitgeteilten Berechnungsmethode diejenige Witterung ausdrückt, die dann herrscht, wenn die für das 1. Auftreten der Peronospora notwendigen meteorologischen Bedingungen vorhanden sind. Dieser Wert wird durch die mathematische Formel $B = c. g. h. k. T.$ ausgedrückt, wo $B =$ „Bios“, $c =$ der Durchschnitt der seit 1. April bis zum 1. Auftreten der Peronospora niedergegangenen Regenmenge, $g =$ die durchschnittliche Zahl der Regenfälle, $h =$ die tägliche Durchschnittstemperatur, $k =$ Zeitstellungswert der Regenfälle, $T =$ Anzahl der Tage dieser Periode bedeutet. Die „Bios“-Zahl lautet 281 ± 14. — Die Peronospora-Krankheit geht nicht von den wärmsten Gegenden und von solchen, wo die stärksten Regenmengen fallen, aus, sondern von dem südlichen Teil der großen ungarischen Ebene, wo es viele Wasserbecken und Sandflächen gibt. Dagegen tritt die Krankheit auf kalten Böden, trotz reichlicher Wassermenge und trotz günstiger Wittterung, sogar in südlichen Gegenden erst spät auf. Nach normalem April (ohne Reif) ist das erste Erscheinen der Peronospora um Mitte Mai und im allgemeinen dann zu erwarten, wenn vom 1. April ab der „Bios“-Wert die Zahl 281 erreicht hat.

Matouschek (Wien).

An die Herren Mitarbeiter!

Da die jetzigen Verhältnisse in den Druckereien, vor allen Dingen aber die sich empfindlich bemerkbar machende Papierknappheit, das Erscheinen auch der wissenschaftlichen Zeitschriften unliebsam beeinflussen, sehen sich die Unterzeichneten veranlaßt, an die Herren Mitarbeiter die Bitte zu richten, sich bei der Abfassung ihrer Arbeiten auf das unbedingt Notwendige und wirklich Neue zu beschränken und die Manuskripte recht deutlich, am besten mit der Schreibmaschine, zu schreiben.

Es ist, wenn ein regelmäßiges und vor allen Dingen auch rasches Erscheinen der eingelieferten Abhandlungen ermöglicht werden soll, mit größter Sorgfalt auf folgende Punkte zu achten:

1. Arbeiten, die einen Umfang von mehr als 2½ Druckbogen ergeben, sind unbedingt zu vermeiden. Es empfiehlt sich daher, sich den gegenwärtigen Verhältnissen durch möglichste Kürze anzupassen.

2. Abbildungen im Texte, vor allen Dingen aber Tafeln, sind auf das Allernötigste zu beschränken, wobei noch darauf zu achten ist, daß ein möglichst einfaches Reproduktionsverfahren gewährleistet ist.

3. Umfangreiche Literaturangaben, geschichtliche Einleitungen, Krankengeschichten, allzu eingehende Beschreibungen von Präparaten, umfangreiche Tabellen, Kurven usw. sind möglichst zu vermeiden, oder müssen unter Umständen von der Redaktion gekürzt oder gestrichen werden.

4. Die Zahl der Sonderabzüge ist mit Rücksicht auf die große Papiernot möglichst auf die vom Verlage vorgesehene Anzahl von 20 Exemplaren zu beschränken.

Verlag und Redaktion
des Centralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde
und Infektionskrankheiten.

Inhalt.

Original-Abhandlungen.

Arnd, Th., Zur Kenntnis der Nitrifikation in Moorböden, S. 1.

von Bronsart, Huberta, Vergleichende Untersuchung über 3 Xylaria-Arten, S. 51.

Burkhardt, Franz, Untersuchungen über die Bekämpfung des Kornkäfers (Calandra granaria L.) mittels Cyanwasserstoff, S. 77.

Oberstein, Über das Auftreten von Thersilochus morionellus Holmgren als natürlicher Feind des Rapsglanzkäfers, S. 91.

Referate.

von Istvánffi, G., Das Auftreten der Blattfallkrankheit des Weinstock in Ungarn, nach Untersuchungen von Dr. F. Savoly, S. 95.

Müller, Karl, Rebschädlinge und ihre neuzeitliche Bekämpfung, S. 93.

Die Herren Mitarbeiter werden höflichst gebeten, bereits fertiggestellte Klischees — falls solche mit den Manuskripten abgeliefert werden — nicht der Redaktion, sondern direkt der Verlagsbuchhandlung Gustav Fischer in Jena einzusenden.

Abgeschlossen am 16. Dezember 1918.

Hofbuchdruckerei Rudolstadt.

Centralblatt für Bakt. etc. II. Abt. Bd. 49. No. 5|6.
Ausgegeben am 22. März 1919.

Nachdruck verboten.

Ein Beitrag zur Kenntnis der Actinomyceten.

Von **Alexander Brussoff,** St. Petersburg.

Mit 15 Textfiguren.

Wie das von mir in dieser Zeitschrift beschriebene Ferribacterium calceum, habe ich auch den unten beschriebenen Organismus aus dem Klärschlamm der Aachener biologischen Abwasserkläranlage isoliert.

Bei der Untersuchung der zellulosezersetzenden Kraft des Klärschlammes nach der Methode von Omelianski entwickelten sich in den Reagenzgläsern auf dem nicht untergetauchten Teil der Papierstreifen regelmäßig sehr charakteristische, konzentrisch-ringförmige, dunkelgraue Kolonien, welche sowohl ihrem äußeren Aussehen nach, als auch nach der mikroskopischen Untersuchung (der graue Belag bestand aus runden oder etwas ovalen Sporen von ca. $^3/_4$—1 μ im Durchmesser), einen Actinomyceten vermuten ließen. Es machte mir keine großen Schwierigkeiten, diesen Organismus zu isolieren.

Zu diesem Zwecke gebrauchte ich wiederum die Omelianskische Lösung mit Filtrierpapier. Um aber die Reinkulturen zu bekommen, nahm ich nicht Reagenzgläser, sondern Petrischalen, in welche ich je 2 Papierscheiben legte, zwischen die $CaCO_3$ gestreut wurde. Die Petrischalen mit Papier und Kalk wurden im Trockenschrank bei ca. 140° C ½ Stunde lang sterilisiert. Von einer der ursprünglichen Klärschlammkulturen wurde in die Reagenzgläser mit der Omelianskischen Nährlösung (100 dest. Wasser, 0,1 $(NH_4)_2SO_4$, 0,1 K_2HPO_4, 0,05 $MgSO_4$, Spur NaCl) abgeimpft. Die Reagenzgläser enthielten je ca. 5 ccm der Nährlösung und wurden nach der Impfung von den Papierscheiben in die Petrischalen entleert und diese im Brutschrank unter einer Glasglocke bei ca. 33° C aufgestellt. Nachdem sich im Laufe von einigen Tagen auf den Papierscheiben dieselben charakteristischen, ringförmigen Kolonien entwickelt hatten, gelang es mir, durch weitere Überimpfungen von diesen Kolonien, sehr bald einige vollkommen reine Kulturen zu erzielen. Diese Reinkulturen dienten mir als Ausgangsmaterial für alle weiter unten beschriebenen Untersuchungen.

Vor allen Dingen war es meine Aufgabe, die von mir isolierte Art mit den schon früher beschriebenen zahlreichen Actinomyceten-Arten zu vergleichen und sie eventuell mit einer derselben zu identifizieren. Beim Studium der Literatur fand ich aber, daß dies eine fast unmögliche Aufgabe ist. Die meisten Arbeiten über die Actinomyceten sind von medizinischen Bakteriologen geschrieben, welche naturgemäß sich hauptsächlich mit der medizinischen Seite des Gegenstandes beschäftigt haben, und, wie schon Krainsky bemerkt hat, infolge der Kultur auf fast ausschließlich Standart-Nährböden, die spezifischen Merkmale der Organismen außer acht ließen. Deswegen ließ ich schließlich den Gedanken, meine Art mit allen früher beschriebenen Arten zu vergleichen, fallen und beschränkte mich auf die Arten, welche am ausführlichsten in den Arbeiten von Sauvageau und Radais, Berestneff, Gilbert, Rullmann, Miehe und Krainsky beschrieben sind. Ich halte es für überflüssig, hier auf meine vergleichenden Untersuchungen näher einzugehen und verweise auf die Arbeiten der genannten Autoren. Was mich hauptsächlich veranlaßt, meine Art für eine neue zu halten, ist ihre sehr eigenartige makroskopische Entwicklung in Bouillon, welche so auffallend ist, daß sie sicher von den früheren Autoren erwähnt worden wäre, falls sie sie gesehen hätten.

Bei der mikroskopischen Untersuchung habe ich meine Aufmerksamkeit hauptsächlich auf die sogenannte Fragmentation der Actinomyceten-Hyphen gerichtet, und, wie ich schon ausführlich in meiner anderen Abhandlung berichtet habe, ist es mir zu beweisen gelungen, daß die Frage der Fragmentation nur infolge der irrtümlichen Beobachtungen an gefärbten Präparaten entstanden ist. Außerdem konnte ich noch einige Tatsachen bezüglich des mikroskopischen Baues der Actinomyceten konstatieren, die der Aufmerksamkeit der früheren Autoren entgangen sind, die aber einen Beitrag zur Morphologie und Entwicklungsgeschichte der Actinomyceten liefern.

Trotzdem meine Arbeit in mancher Hinsicht noch unbeendet ist, sehe ich mich doch veranlaßt, sie schon jetzt zu veröffentlichen, da Umstände persönlicher Art mich voraussichtlich daran hindern werden, meine Untersuchungen in nächster Zeit fortzusetzen.

Um Wiederholungen bei der mikroskopischen Beschreibung der Kulturen zu vermeiden, lasse ich zuerst die makroskopische Beschreibung jeder einzelnen Kultur folgen, um dann zu der allgemeinen Charakteristik des mikroskopischen Aussehens und der Entwicklungsgeschichte meiner Actinomyceten-Art überzugehen. Ich beginne mit den Kulturen auf den hauptsächlich von medizinischen Bakteriologen gebrauchten sog. Standart-Nährböden, welchen dann später die Kulturen auf einigen Nährböden von Krainsky, die auf Zellulose und die in mancher Hinsicht besonders interessanten Kulturen in Mannit-Lösung folgen werden.

Was die Benennung der von mir isolierten Art anbetrifft, so habe ich sie nach ihrem ursprünglichen Fundort als Actinomyces cloacae nov. spec. bezeichnet.

Makroskopische Beschreibung der Kulturen.

I. Kulturen auf Standard-Nährböden.

1. Fleischagar-Platten. Bei reichlicher Aussaat erscheinen schon nach ca. 24 Stunden an der Oberfläche und in der Tiefe der Agarschicht zahlreiche, weiße, an Bakterienkolonien erinnernde Kolonien, die rund und an der Oberfläche der Agarschicht etwas erhaben sind. Diese Kolonien wachsen nur sehr langsam, aber schon nach ca. 48 Stunden kann man bei den größeren von ihnen eine ausgesprochen konzentrisch-ringförmige Struktur wahrnehmen. Das Wachsen hört sehr bald auf, und die Kolonien erreichen höchstens 1 bis 1,5 mm im Durchmesser. — Bei geringerer Aussaat geht das Wachstum der Kolonien bedeutend schneller vor sich. Während in den ersten Tagen nach der Aussaat die Dimensionen der Kolonien ungefähr dieselben sind, wie bei den oben beschriebenen Kulturen, übertreffen sie dieselben am 4.—5. Tage schon ganz bedeutend, so daß sie am 12. Tage 1—1,5 cm im Durchmesser haben. Ungefähr am 14.—15. Tage hört das Wachsen auf. Die Kolonien sind von unregelmäßig runder Gestalt, in der Mitte flach-kegelförmig-erhaben; an der Peripherie flach. Jede Kolonie, von oben oder von unten gesehen, zeigt eine

konzentrisch-ringförmige Struktur (Fig. 1), wobei sich in der Mitte (also auf dem höchsten Punkt der Kolonie) ein meistens kreideweiß und staubig aussehender Kreis befindet; um diesen herum zieht sich ein ziemlich breiter, wachsgelblicher Ring, auf den eine Reihe weißer und gelblicher, miteinander abwechselnder Ringe folgt. An der Peripherie der Kolonie sieht man einen feinhaarigen Saum von den in die Agarschicht hineinwachsenden Hyphen. Auf dem breiten, wachsartigen Ring sind gewöhnlich einige kreideweiße Pünktchen vorhanden. Wenn einige Kolonien beim Wachsen aneinander stoßen, so entsteht das Bild, welches man deutlich auf der Fig. 1 erkennt. Jede Kolonie behält dabei jedoch die Tendenz zum kreisförmigen Wachsen und ist von der Nachbarkolonie durch einen schmalen, unbewachsenen Agarstreifen getrennt. — Am besten wachsen die Kolonien bei 30—33° C; bei Zimmertemperatur aber bedeutend langsamer.

2. Fleischgelatine-Platten. Im großen und ganzen dasselbe wie bei Fleischagar-Platten, nur wachsen die Kolonien infolge der Kultur bei Zimmertemperatur sehr langsam. Gelatine wird nicht verflüssigt.

3. Fleischgelatine-Stich. Kein Wachstum.

4. Traubenzuckeragar-Stich. Kein Wachstum.

5. Fleischagar-Strich. Bei 30—33° C erscheint ungefähr am 3. Tage nach der Aussaat längs des Striches ein grauweißer, glänzender, bakterienähnlicher Belag von kleinen, runden Kolonien. Jede Kolonie ragt halbkugelförmig in die Agarschicht hinein. Im „Kondenzwasser“ sind kleine, kugelförmige Kolonien, an der Oberfläche desselben eine zusammenhängende, glänzende, weiße Haut vorhanden. Im Laufe der nächsten Tage fließen die Kolonien zusammen und der Belag verliert allmählich seinen bakterienähnlichen Charakter. Er wird an den Rändern mattgelblich, in der Mitte mit kalkweißer, staubig aussehender, aus zahlreichen (den einzelnen Kolonien entsprechenden) Kreisen bestehender Schicht bedeckt, die etwas über den übrigen Belag emporragt. Die Haut an der Oberfläche des „Kondenzwassers“ wird auch kalkweiß; die Kolonien im „Kondenzwasser“ bleiben ohne Veränderung. Am 10.—11. Tage bekommt der Belag, der inzwischen bedeutend in die Breite gewachsen ist, im großen und ganzen dasselbe Aussehen wie die Kolonien auf Fleischagar-Platten, nur sind die einzelnen Kolonien hier bedeutend kleiner. In bezug auf die ringförmige Struktur, den Rand, den staubartigen, weißen Charakter der Oberfläche kann auf die Beschreibung der Fleischagar-Platten verwiesen werden.

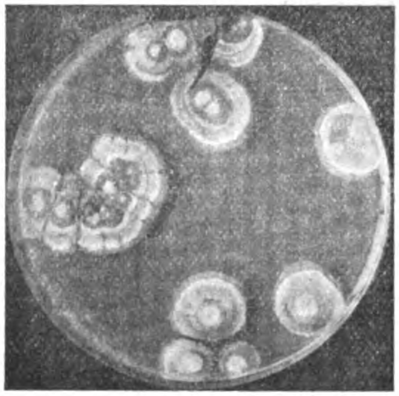


Fig 1.

6. Bouillon-Kulturen. Das makroskopische Aussehen der Fleischbouillon-Kulturen, sowohl in Reagenzgläsern als auch Erlenmeyer-Kölbchen, ist sehr eigenartig. In der mir zugänglich gewesenen Literatur konnte ich bei keiner der darin beschriebenen, zahlreichen Arten etwas Ähnliches finden. Bei 30—33° C sieht man schon nach 24 Stunden (bei Zimmertemperatur bedeutend später, etwa nach 8—10 Tagen) unmittelbar an und über der Oberfläche der Bouillon an der Glaswand eine Reihe von weißen, punktartigen Kolonien, welche sehr schnell wachsen und bei reich-

licher Aussaat schon nach 48 Stunden einen zusammenhängenden Ring von ca. 2 mm Breite bilden. Bevor das geschieht, sieht man in jeder Kolonie oben einen kalkweißen Punkt, von welchem sich nach unten eine bedeutend größere, durchsichtigere Partie ausbreitet. Später bildet sich auch über dem kalkweißen Punkt ein etwas gebogener, ebenfalls kalkweißer Strich, so daß beim Zusammenfließen der Kolonien in einen Ring man oben deutlich einen kalkweißen Saum sehen kann, unter welchem sich ein durchsichtigerer, von kalkweißen Punkten unterbrochener Streifen befindet, welcher später seinerseits unten einen etwas weißen Ton annimmt (Fig. 2). In 5—6 Tage alten Kulturen erreicht der Ring schon ca. 4—5 mm Breite und fängt an, sich stellenweise von der Glaswand loszutrennen, so daß in ihm zahlreiche, unregelmäßige Falten entstehen (Fig. 3). Zu gleicher Zeit nehmen die unteren Partien des Ringes, von außen gesehen, gelbliche Färbung an, während oben und von innen gesehen, der Ring schneeweiß und kreidig erscheint. Im Laufe weiterer Tage fährt der Ring fort, in die Breite zu wachsen und bildet noch zahlreichere Falten, sonst aber verändert er sich im Aussehen nicht.

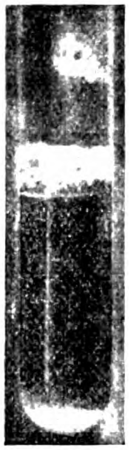


Fig. 2.

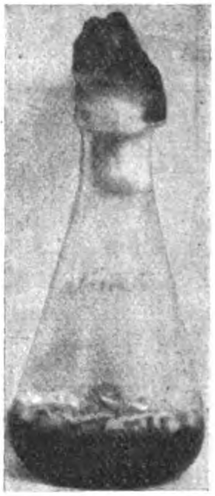


Fig. 3.

Gleichzeitig mit der Ringbildung entwickeln sich auch am Boden und an dem unteren Teile der Glaswand zahlreiche, kugelförmige, farblose Kolonien, welche später eine weißliche Färbung annehmen und z. T. einen Durchmesser von 3 mm erreichen. Infolge des Druckes, welchen die dicht nebeneinander liegenden Kolonien gegenseitig aufeinander ausüben, verlieren sie ihre ursprüngliche kugelförmige Gestalt und nehmen polygonale Form an.

An der Oberfläche der Bouillon findet keine Entwicklung statt. Die Bouillon bleibt die ganze Zeit unverfärbt und klar.

Die Kultur hat in den ersten Tagen einen schwachen Erdgeruch, später einen starken, moderig-faulen Geruch.

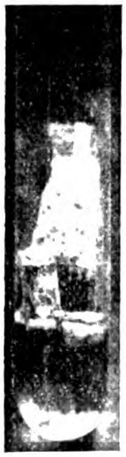


Fig. 4.

7. Kartoffel-Kulturen. Erst ungefähr am 3. Tage nach der Aussaat bei 30—33° C erscheint längs des Striches eine schmale Linie von dicht nebeneinander liegenden, staubartig aussehenden, runden, erhabenen Kolonien, welche stellenweise weiß, stellenweise hellgrau sind. Am 5. Tage nimmt der Kolonienstrich in der Mitte hellgraue Färbung an und ist von einem kalkweißen Rand umgeben. Der ganze Strich, wie auch die abseits von ihm sich befindenden kleinen Kolonien, haben eine unregelmäßig gefurchte Struktur (Fig. 4). Im Laufe der nächsten Tage verschwindet die weiße Färbung des Randes stellenweise und geht in Sepiagelb über, welche sich allmählich über den ganzen Rand verbreitet; in solchem Zustande bleibt die Kultur auch weiter bestehen.

Die Kartoffel fängt ungefähr am 12. Tage an, zusammenzuschrumpfen und nimmt stellenweise braune Färbung an.

Parallel mit der Entwicklung an der Kartoffel, entwickelt sich der Organismus auch an der Oberfläche des Wassers und am Boden. Die Entwicklung an der Oberfläche beginnt mit einem weißen Punkt, welcher später grau wird und sich mit einer Reihe von zuerst weißen, dann grauen Ringen umgibt. Das untergetauchte Myzel erscheint farblos und ragt halbkugelförmig in die Nährflüssigkeit hinein. Am Boden bilden sich farblose, kugelförmige Kolonien, von denen manche bis 2 mm im Durchmesser erreichen.

II. Kulturen auf Nährböden von Krainsky.

1. Glukoseagar-Platten. Bei 30—33° C erscheinen nach 24 Stunden sowohl auf, als auch in der Agarschicht punktartige, weiße, runde Kolonien. Nach 48 Stunden erreichen die Oberflächenkolonien bei nicht reichlicher Aussaat 1—2 mm im Durchmesser; sie sind dabei meistens kalkweiß, seltener wachsgelb, erhaben, mit einem regelmäßig runden Rand. Bei einzelnen Kolonien kann man in der Mitte eine wachsgelbe Partie unterscheiden, die von einem kalkweißen Rand umgeben ist; bei den übrigen Kolonien ist umgekehrt die innere Partie kalkweiß, der Rand wachsgelb. Je freier die Kolonien stehen, desto größer sind sie; diesen Charakter behalten die Kolonien in der Mitte der Platte noch im Laufe von weiteren 6—12 Tagen; die Peripherickolonien verlieren aber schon viel früher ihre weiße Färbung und werden hellgrau. In der Mitte jeder Kolonie erhebt sich eine halbkugelförmige, etwas dunkler gefärbte Partie, um welche herum sich ein hellerer, flacher Ring mit einem staubig-haarigen Rand befindet. Nur bei vereinzelten Kolonien ist die Färbung umgekehrt: die mittlere, erhabene Partie ist heller als der flache äußere Ring. Bei manchen Kolonien ist um den grauen Ring herum noch ein ganz schmaler, weißer Saum vorhanden. Nach 6—12 Tagen nehmen auch die Kolonien in der Mitte der Platte die beschriebene graue Färbung an. Die innere, erhabene Partie der Kolonien behält auch weiter ihren Durchmesser von 2—3 mm, der äußere Ring, der, was besonders deutlich bei einem dunklen Hintergrund hervortritt, wiederum aus einigen ganz schmalen Ringen besteht, wächst weiter und erreicht bei freiliegenden Kolonien eine Breite von ca. 3—4 mm. Von der Rückseite der Platte erscheinen die Kolonien graugelb, von einem breiten Ring staubartiger Pünktchen umgeben. Die Kultur hat moderig-erdigen Geruch.

Daß die Kolonien in der Mitte der Platten erst später die graue Färbung annehmen, ist leicht zu erklären. Die mikroskopische Untersuchung zeigt nämlich, daß die graue Färbung gleichzeitig mit der Sporenbildung eintritt. Nun ist es bekannt, daß die Sporenbildung bei den Actinomyceten stark vom Sauerstoffzutritt abhängig ist, und dieser Zutritt ist an der Peripherie der Platte naturgemäß bedeutend intensiver als in der Mitte, wohin die Luft erst nach der Mischung mit verschiedenen Ausdünstungen der Pilze gelangt.

2. Glukose-Ca-Malat-Agar-Platten. Die Kolonien dieser Kultur zeigen keinen wesentlichen Unterschied gegenüber den vorhergehenden.

3. Ca-Malat-Agar-Platten. Die Kolonien entwickeln sich ebenso schnell wie auf den Glukoseagar-Platten und zeigen am 1. Tage keinen wesentlichen Unterschied von denselben. Schon nach 48 Stunden aber bekommen sie ein ganz anderes Aussehen. Die Oberflächenkolonien sind unregelmäßig rund, erhaben, unregelmäßig gefurcht, in der Mitte hellgrau, am Rande kalkweiß und erreichen im Durchmesser ½—1 mm.

Digitized by Google · Original from UNIVERSITY OF IOWA

Die Tiefen-Kolonien sind farblos, kugelförmig, bis 2 mm im Durchmesser und haben im großen und ganzen das Aussehen von feinhaarigen Pilzkolonien. Auch im Laufe der weiteren Tage behalten die tiefen Kolonien denselben Charakter. Die Oberflächenkolonien werden in allen ihren Teilen hellgrau; bei den größeren von ihnen kann man deutlich die konzentrischringförmige Struktur sehen. Das submerse Myzel ragt halbkugelförmig in die Agarschicht hinein. Am 5.—6. Tage beginnen die meisten Kolonien ihren erhabenen Charakter zu verlieren; sie werden ganz flach, und nur die kleineren von ihnen erheben sich noch etwas über die Oberfläche der Agarschicht. Was bei den Kolonien dieser Kultur beim Vergleich mit denjenigen der Glukoseagar-Platten besonders in die Augen fällt, ist, daß der Rand der mittleren Partie hier nicht regelmäßig kreisrund, sondern mit ganz kurzen, strahlenförmigen Auswüchsen versehen ist. Ungefähr 14—16 Tage nach der Aussaat hören die Kolonien zu wachsen auf; die größten von ihnen erreichen ca. 1,5 cm im Durchmesser und haben folgendes Aussehen: jede einzelne Kolonie ist in der Mitte grünlichgrau, umgeben von einem breiten, weißgrauen, staubig aussehenden Rand, dessen Peripherie haarig und ihrerseits wieder von einem Ring von winzigen Pünktchen umgeben ist. Von der Rückseite der Platten erscheinen die kleineren Kolonien etwas grau, die größeren etwas gelb gefärbt. Alle Teile der Kolonien sind ganz flach. Die Kultur hat einen schwachen, moderig-erdigen Geruch.

4. Kulturen in Glukose-Lösung. Bei reichlicher Aussaat bilden sich schon nach 24 Stunden bei 30—33° C auf der Oberfläche der Nährlösung zahlreiche Kolonien, welche im Laufe der nächsten 2 Tage zusammenwachsen und ein Häutchen bilden, das man am besten mit einer äußerst dünnen, fast durchsichtigen, matten Paraffinschicht vergleichen kann; im Innern ist das Häutchen an vielen Stellen durchlöchert. Nur der Rand des ganzen Häutchens, wie auch der Rand der Löcher, ist von einem schneeweißen Saum umgeben.

Längs der Peripherie der Nährlösung an der Glaswand bilden sich weiße, punktartige, etwas kreidig aussehende Kolonien, welche nur die Größe von 0,25 mm im Durchmesser erreichten und nie einen zusammenhängenden Ring bilden. Am Boden und am unteren Teil der Glaswand bilden sich zahlreiche runde, weiße Kolonien. Sie wachsen nur sehr langsam und erreichen nie die Dimensionen der Bodenkolonien der Bouillon-Kulturen. Die Nährlösung bleibt klar, ohne Geruch.

III. Kulturen in der Omelianskischen Nährlösung mit und ohne Zellulose.

Wie schon in der Einleitung erwähnt, bin ich auf den hier beschriebenen Organismus zum ersten Mal bei der Untersuchung der zellulosezersetzenden Wirkung des Klärschlammes nach der Methode von Omelianski aufmerksam geworden; nach derselben Methode gelang es mir auch, die ersten Reinkulturen dieses Organismus zu bekommen, und zwar auf den mit der Omelianskischen Lösung durchtränkten Filtrierpapierscheiben in Petrischalen.

Ungefähr 24 Stunden nach der Impfung erscheinen auf den Papierscheiben, je nach der Reichlichkeit der Aussaat, mehr oder weniger zahlreiche, weiße, punktartige, erhabene Kolonien, welche im Laufe der nächsten Tage eine hellgraugrünliche Färbung annehmen und ihren punktartigen Charakter verlieren. Man sieht jetzt einen Punkt in der Mitte und um diesen herum 1 oder

Digitized by Google | Original from UNIVERSITY OF IOWA

2 konzentrische Ringe. Bei reichlicher Aussaat wachsen die Kolonien sehr langsam; auch nach 14 Tagen und mehr erreichen die größten von ihnen kaum 1½—3 mm im Durchmesser; bei spärlicher Aussaat besitzen die Kolonien diese Größe schon am 4.—5. Tage nach der Aussaat und im Laufe weiterer Tage wachsen einzelne von ihnen zu Riesenkolonien von über 1,5 cm im Durchmesser aus (Fig. 5). Je älter die Kolonien werden, desto ausgesprochener graue Färbung nehmen sie an; der ursprüngliche grünliche Ton verschwindet allmählich. Die großen Kolonien bestehen aus einer ganzen Reihe von konzentrischen Ringen und lassen an vielen Stellen auch makroskopisch ganz deutlich eine radiäre Struktur erkennen. Solange die Kolonien wachsen, bleibt der äußerste Ring schneeweiß. Nach ungefähr 10—12 Tagen hört das Wachsen auf; Papier wird nicht zersetzt. Die Kulturen haben starken, moderig-erdigen Geruch.

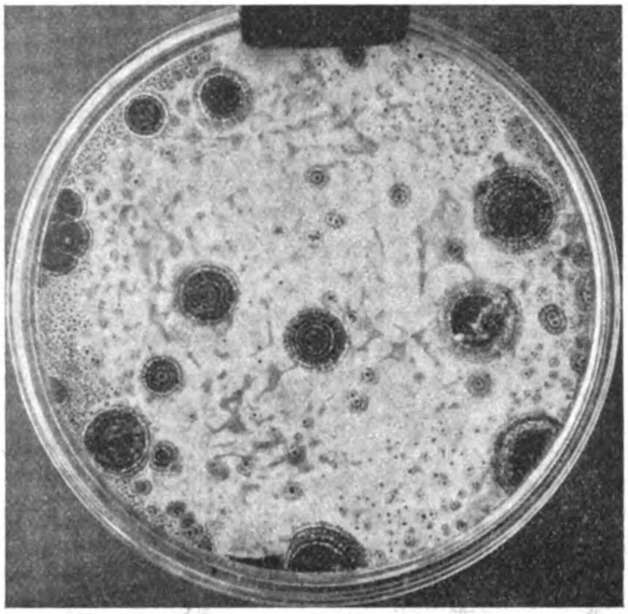


Fig. 5.

Beim Kultivieren in Reagenzgläsern entwikkeln sich ebensolche Kolonien nur auf dem nicht untergetauchten Teil der Papierstreifen und auf der Oberfläche der Nährlösung. Auf dem untergetauchten Teil und an der Glaswand bilden sich zahlreiche, weiße Kolonien, die nie über 1 mm im Durchmesser erreichen. In der Nähe der Kalkschicht an der Glaswand zeigen die Kolonien konzentrisch-kreisförmige Struktur, wobei der obere Teil der Kreise bedeutend deutlicher zu sehen ist als der untere, so daß man eher von einer konzentrisch-halbkreisförmigen Struktur reden könnte. Beim Verdunsten der Nährlösung nehmen die Kolonien, welche sich ursprünglich unter der Oberfläche der Nährlösung auf der Papierscheibe befanden und jetzt mit der freien Luft in Berührung kommen, graue Färbung an. In der Nährlösung selbst und am Boden wachsen die Kolonien zu kleinen, farblosen Kügelchen aus.

Zellulose ist keine durchaus notwendige Bedingung für die Entwicklung des Organismus in der Omelianskischen Lösung. In kleinen Erlenmeyer-Kölbchen ohne Papier kultiviert, zeigen die Kolonien am Boden, an der Glaswand und in der Nährlösung keinen Unterschied gegenüber den eben beschriebenen. Nur an der Oberfläche behalten sie immer die Form von zarten Räschen und bekommen nur sehr schwache graue Färbung.

Dagegen übt Kalk starken Einfluß auf die üppige Entwicklung der Kolonien aus. Fig. 6 zeigt deutlich den Unterschied in der Entwicklung der Kolonien auf dem nicht untergetauchten Teil des Papierstreifens in der Omelianskischen Nährlösung mit (a) und ohne Kalk (b). Beide Kulturen sind gleichen Alters; in den ersten Tagen nach der Aussaat hatten sie ungefähr gleiches Aussehen. Während aber die Kultur ohne Kalk schon am 4.—5. Tage zu wachsen aufhörte, dauerte das Wachstum bei der mit Kalk noch weitere 10—12 Tage, bis die Kolonien die in der Figur dargestellten Dimensionen erreichten. Um die etwaige Änderung in der Reaktion der Nährlösung im Laufe der Entwicklung zu prüfen, habe ich Kulturen hergestellt, zu deren Nährlösung etwas Lackmustinktur hinzugefügt wurde (auf jedes Reagenzglas ca. 0,5 ccm). Die ursprüngliche Reaktion der Nährlösung war neutral, was sich in der schwach violetten Färbung der Nährlösung deutlich äußerte. In der Entwicklung zeigte sich auch hier wieder dieselbe Erscheinung, denn in kalkhaltigen Kulturen war sie bedeutend üppiger als ohne Kalk. 4—5 Tage nach der Impfung konnte man schon deutlich den Unterschied in den Reaktionen der beiden Kulturreihen sehen. Während die kalkhaltige Nährlösung bläuliche Färbung annahm, also alkalisch zu reagieren anfing, blieb die Reaktion in der kalkfreien Nährlösung auch weiter neutral. Ob es sich dabei um irgendeine Lebenstätigkeit des Organismus handelt, kann ich nicht mit Bestimmtheit sagen, denn die alkalische Reaktion trat auch in ungeimpften Kontrollkölbchen ein. Auf jeden Fall kann man aber aus diesem Versuch schließen, daß die alkalische Reaktion des Nährbodens für die Entwicklung des Actinomyces cloacae bedeutend günstiger ist als die neutrale.

Fig. 6.

IV. Kulturen in Mannit-Lösungen.

Beijerinck und nach ihm Krainsky charakterisieren die Actinomyceten als omnivore Organismen, welche sich ebensogut in organischen, wie in anorganischen Nährlösungen entwickeln, ja sich sogar mit minimalsten Mengen von Nährsalzen begnügen. Meine oben angeführten Kulturen bestätigen diese Behauptung der genannten Autoren auch in bezug auf meine Actinomyces-Art. Mich interessierte nun die Frage, ob die Anpassung der Actinomyceten an die verschiedensten Lebensbedingungen soweit ginge, daß sie sich bei Abwesenheit von Stickstoffverbindungen in der Nährlösung vom Stickstoff der Luft ernähren können.

Leider sind meine Versuche in dieser Hinsicht noch nicht beendet; was ich aber bis jetzt beobachtet habe, spricht mit großer Wahrscheinlichkeit dafür, daß wenigstens Actinomyces cloacae zu den stickstoffbindenden Organismen gerechnet werden darf.

Zu meinen Versuchen habe ich die Mannit-Lösung benutzt, welche Beijerinck für die Kultur des Azotobacters empfohlen hat. Um aber auch Spuren von Stickstoffverbindungen in der Nährlösung zu vermeiden, nahm ich kein Leitungswasser, sondern unterwarf das gewöhnliche destillierte Wasser zweimaliger Destillation mit Kaliumpermanganat und Ätzkali. Die Gefäße, welche ich zu dieser Kultur gebrauchte, wurden gründlich ausgedampft, so daß auch aus dem Glase keine Stickstoffverbindungen in die Nährlösung gelangen konnten.

Die ersten Versuche machte ich mit kleinen Erlenmeyer-Kölbchen, welche mit Wattepfropfen verschlossen und im Brutschrank bei ca. 33° C aufgestellt wurden. Jedes Kölbchen wurde mit ca. 25 ccm der Nährlösung

(100 ccm dest. Wasser, 2 g Mannit, 0,02 g K_2HPO_4) gefüllt und nach dem Sterilisieren im Autoklaven von einer der Reinkulturen geimpft.

Im Laufe von wenigen Tagen entwickelte sich der Organismus in dieser Nährlösung ganz vorzüglich. Sowohl am Boden und an der Glaswand, wie auch an der Oberfläche der Nährlösung entstanden zahlreiche Kolonien, welche im allgemeinen dasselbe makroskopische Aussehen hatten wie bei den Kulturen in der Omelianskischen Lösung mit Zellulose und Kalk. Nur in älteren Kulturen schieden die Oberflächenkolonien ziemlich zahlreiche, mehr oder weniger große, fettähnliche Tröpfchen aus. Besonders interessant und eigenartig erwiesen sich diese Kulturen in mikroskopischer Hinsicht, worüber ich später bei der allgemeinen mikroskopischen Charakteristik des Organismus sprechen werde.

Diese üppige Entwicklung des Actinomyces cloacae in Mannit-Lösung schien mir meine Vermutungen über seine stickstoffbindenden Eigenschaften zu bestätigen. Um ganz sicher zu sein, mußte ich aber noch eine Fehlerquelle beseitigen. Es ist nämlich bekannt, daß die sogenannten stickstoffreien Nährlösungen oft in Wirklichkeit Stickstoffverbindungen enthalten, welche sie aus der Laboratoriumsluft in sich aufnehmen. Es mußte also die den Kulturen zugeführte Luft von solchen Verbindungen befreit werden. Um das zu erreichen, habe ich die Luft, bevor sie zu den Kulturkölbchen kam, durch ein Gefäß mit H_2SO_4 und ein anderes Gefäß mit KHO-Lösung gesaugt, so daß die eventuell in der Luft vorhandenen Ammoniak- und Salpeter- oder salpetrigsauren Verbindungen in diesen beiden Flüssigkeiten als absorbiert betrachtet werden konnten. Nachdem die Luft diese beiden Gefäße passiert hatte, gelangte sie durch ein unter rechtem Winkel gebogenes und in die Mannit-Lösung hineinragendes Glasrohr in das Kulturkölbchen und kam durch ein anderes kurzes Rohr aus dem Kölbchen zu dem Absauge-Ballon heraus. Das Kulturkölbchen wurde mit Kautschukstöpsel verschlossen, welcher mit 3 Bohrungen versehen worden war: die eine Bohrung diente für das Luftzuführröhrchen, die zweite für das Abfuhrröhrchen, in die dritte wurde ein kurzes, etwas unter die untere Fläche des Kautschukstöpsels reichendes Glasrohr gesteckt, welches zum Impfen diente und mit Watte gefüllt wurde. Beim Impfen nahm man die Watte aus dem Glasrohr heraus, führte eine Spur des Organismus mit Hilfe einer frisch ausgezogenen Glaskapillare ins Rohr ein und brach die Kapillare ab, wodurch ihr Ende in die Nährlösung fallen mußte. Dann wurde die Watte wieder schnell ins Rohr eingeführt und das Glasrohr durch einen Siegellacktropfen luftdicht verschlossen[1]).

Diese Art Impfung hat den Vorzug, daß man den mit der Mannit-Lösung gefüllten und mit Kautschukstöpseln und 3 Röhrchen versehenen Kolben nach der Sterilisation nicht mehr zu öffnen braucht. Vor dem Sterilisieren werden die mit der Außenluft in Berührung kommenden Öffnungen der Luftzufuhr- und Luftabfuhrröhrchen auf dieselbe Weise wie das Impfröhrchen mit Watte verschlossen; der Kautschukstöpsel wird durch einen Draht an den Kolbenhals festgebunden. Auf solche Weise lassen sich die gefüllten Kölbchen sehr bequem im strömendem Dampf sterilisieren. Nach dem letzten Sterilisieren wird der Kautschukstöpsel mit Paraffin übergossen.

Auch bei dieser Kultur-Methode entwickelte sich der Organismus, zwar nicht so üppig, wie direkt an der Luft, aber doch ganz gut. Nur ein wesent-

---

[1]) Vgl. Koch, A., Über Verschlüsse und Lüftungseinrichtungen für reine Kulturen. (Centralbl. f. Bakt. Abt. I. Bd. 13. 1893.)

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

licher Unterschied war dabei vorhanden: Alle Kolonien bildeten sich nur am Boden, niemals an der Oberfläche der Nährlösung. Diese Erscheinung ist meiner Ansicht nach vielleicht dadurch zu erklären, daß die Nährlösung, dank der durchströmenden Luft, in ständiger Bewegung gehalten wird. Die etwa an der Oberfläche beim Impfen schwimmend gebliebenen Sporen werden dadurch losgerissen und fallen zu Boden.

Trotz dieses Wachsens des Actinomyces cloacae in stickstoffreier Mannit-Lösung, scheint mir die stickstoffhaltige Nährlösung für seine Entwicklung, insbesondere für die Sporenbildung, bedeutend günstiger zu sein. Um eine Frage nachzuprüfen, die im Zusammenhang mit der Volutinbildung steht, auf die ich bei der mikroskopischen Beschreibung der Kulturen noch zurückkommen werde, habe ich Mannit-Kulturen hergestellt, in welchen K_2HPO_4 durch KNO_3 ersetzt und anstatt destilliertes Wasser abgekochtes Leitungswasser genommen wurde. Da bei vollständiger Abwesenheit der Phosphorverbindung der Organismus sich überhaupt nicht entwickeln kann, habe ich zum kochenden Leitungswasser auf ca. 350 ccm ein kleines Tröpfchen (ca. ½ Öse von 1 mm Durchmesser) reiner Phosphorsäure hinzugefügt. Die Nährlösung wurde in kleine Erlenmeyerkölbchen verteilt, welche mit Watte verschlossen und im Autoklaven sterilisiert, nach dem Impfen im Brutschrank bei ca. 33° C aufgestellt wurden. Zum Vergleich wurden auf dieselbe Weise auch Mannit-Kulturen mit K_2HPO_4 hergestellt. Schon nach 24 Stunden konnte man einen ganz auffallenden Unterschied zugunsten der KNO_3-Kulturen konstatieren. Am 3. Tage war das Wachstum in KNO_3-Kulturen überall bedeutend üppiger als in K_2HPO_4-Kulturen. Die Oberflächenkolonien waren in ersteren dunkelgrau, in letzteren hellgrau; die Sporenbildung war also hier noch nicht so weit vorgeschritten wie dort. Außerdem gaben die KNO_3-Kulturen bedeutend stärkeren Erdgeruch von sich, und die Nährlösung nahm nach einigen Tagen deutliche Rosafärbung an, was auf Bildung eines Pigmentes schließen läßt. Die untergetauchten Kolonien der KNO_3-Kulturen waren auch von größeren Dimensionen als diejenigen der K_2HPO_4-Kulturen.

Mikroskopische Beschreibung der Kulturen.

Trotz der umfangreichen Literatur über die Actinomyceten zeigt ihre Morphologie und Entwicklungsgeschichte noch manche Lücken. Im allgemeinen charakterisiert man sie als Organismen, die aus äußerst dünnfädigem, verzweigtem, einzelligen Myzel bestehen und sich mit Hilfe von Konidien vermehren, welche an den Enden der Lufthyphen entstehen. Von dem Inhalt der Fäden ist an den lebenden, nicht gefärbten Objekten soviel wie nichts gesehen worden. Nur auf gefärbten Präparaten wurde von vielen Autoren eine Erscheinung beobachtet, die Sauvageau und Radais als „Fragmentation“ bezeichneten, und die den Grund gab, in den Actinomyceten eine Gruppe von Organismen zu sehen, welche einen Übergang von den echten Fadenpilzen zu den Bakterien darstellt. Man dachte nämlich, daß die Fäden der Actinomyceten, besonders in älteren Kulturen, die Fähigkeit besitzen, in Stäbchen, Spirillen und Kokken zu zerfallen und stellte sie daher in die nächste Nähe der Tuberkel- und Diphtheriebazillen; manche sahen in ihnen sogar die nächsten Verwandten der fadenförmigen Bakterien. Wie ich in einer früheren Abhandlung gezeigt habe, war diese Anschauung vollkommen falsch und beruhte darauf, daß man die Actinomyceten hauptsächlich nur an gefärbten Präparaten mikroskopisch studiert hatte. Das, was man als Stäbchen, Spirillen und Kokken bezeichnete, bildet eben einen Teil vom Inhalt der Actinomyceten-Hyphen und besteht aus Tröpfchen und Ansammlungen von Tröpfchen von Volutin. Den Zerfall der Hyphen in einzelne kürzere und längere Stücke kann ich nicht als eine natürliche Erscheinung anerkennen. Ich schreibe diese Beobachtung nur der unvorsichtigen Behandlung der Kolonien beim Herstellen der Präparate zu, was auch dadurch leicht zu erklären ist, daß die Actinomyceten-Kolonien sich von festen Nährböden nur sehr schwer lostrennen lassen. Ich habe deswegen vorgezogen, mein Untersuchungsmaterial aus flüssigen Nährböden und nie mit einer Platinnadel, sondern mit einer unter rechtem Winkel gebogenen Platinöse zu nehmen. Ich wählte immer kleinere Kolonien, die ich vorsichtig von unten herauszog, so daß sie imÖsetröpfchen hängen blieben und dann leicht auf das Deckglas oder auf den Objektträger gelegt werden konnten, ohne daß die Kolonie dabei irgendwie stark berührt wurde. Die Kolonie wurde dann auf dem Glase nicht zerrieben, sondern man ließ sie direkt eintrocknen und fixierte sie durch leichtes Erwärmen. Auf diese Weise gelang es mir, die Kolonien in möglichst unbeschädigtem Zustande zu beobachten, und der oben erwähnte Zerfall der Hyphen in Einzelstücken kam somit auf meinen Präparaten nur äußerst selten und ausnahmsweise vor.

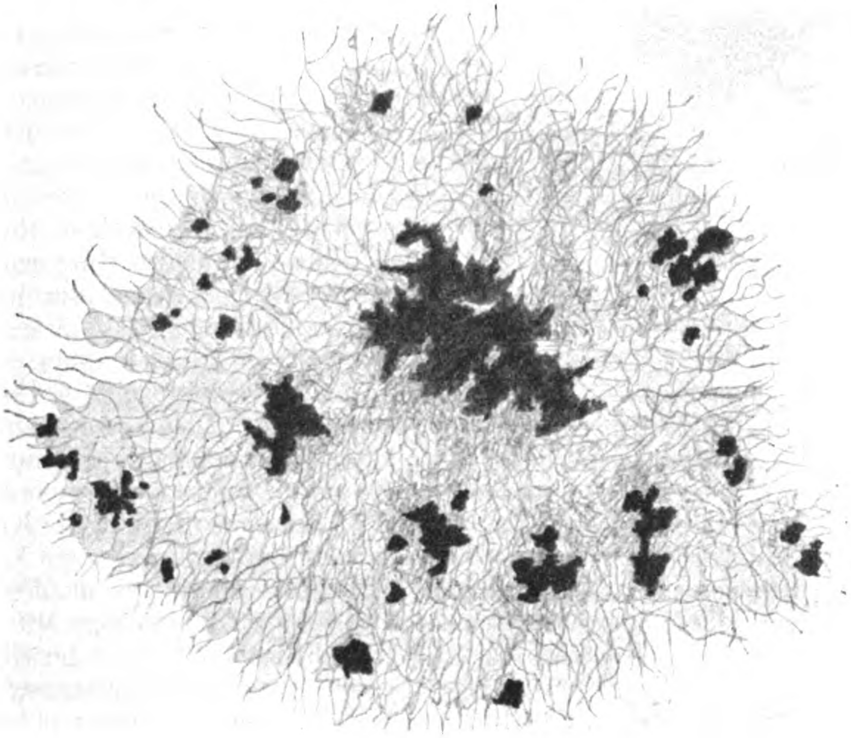


Fig. 7.

Die Kolonien auf den festen Nährböden untersuchte ich auf folgende Weise: Nach der Abnahme des Deckels wurde die Platte direkt unter das Mikroskop gebracht und zuerst mit Trockensystem betrachtet. Nachdem eine passende Stelle gefunden worden war, wurde auf dieselbe ein ziemlich großer Tropfen Kanadabalsam gebracht, schnell mit dem Deckglas bedeckt und mit Hilfe der Ölimmersion untersucht. Auf diese Weise gelingt es besonders schön, die sporentragenden Lufthyphen zu beobachten. Auf dieselbe Weise untersuchte ich auch die Kolonien auf den Zelluloseplatten. Hier ist diese Methode infolge der Undurchsichtigkeit des Papiers natürlich nicht so bequem wie auf durchsichtigen Gallerten.

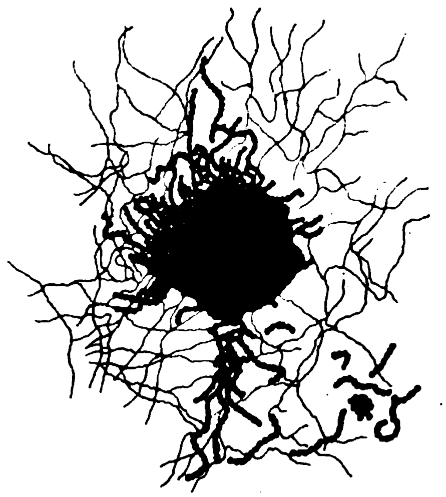


Fig. 8.

Bei den Untersuchungen nach beiden Methoden, besonders deutlich aber auf fixierten und gefärbten Objekten aus flüssigen Nährböden, kann man bei schwacher Vergrößerung nur zweierlei Gebilde in den Kolonien unterscheiden: ein äußerst feines Netz von ganz dünnem Myzel und darauf mehr oder weniger große, formlose, schwarze Flecken. Auf den ersten Blick erscheinen diese Flecken unregelmäßig zerstreut. Wenn man aber eine genügend kleine Kolonie nimmt, die ganz oder fast ganz im Gesichtsfeld des Mikroskops sichtbar ist, so bemerkt man bald, daß die Mitte der Kolonie ein besonders großer Fleck bildet; in einiger Entfernung von ihm befindet sich ein ziemlich unregelmäßiger, aber doch als solcher gut erkennbarer Ring bedeutend kleinerer Flecken von ganz unregelmäßiger Form und verschiedener Größe (Fig. 7). In einiger Entfernung von diesem Ring, weiter nach außen, sieht man einen 2., dann evtl. einen 3. Ring usw. Betrachtet man einen solchen Fleck bei stärkerer Vergrößerung, so sieht man, daß er aus einer beinahe undurchsichtigen Masse von Sporen besteht, von welcher nach verschiedenen Richtungen hin sich einzelne, spiralartig gekrümmte Sporenketten ausstrecken (Fig. 8). Die Flecken bestehen also aus dicht verflochtenen Klumpen solcher spiralartigen Ketten.

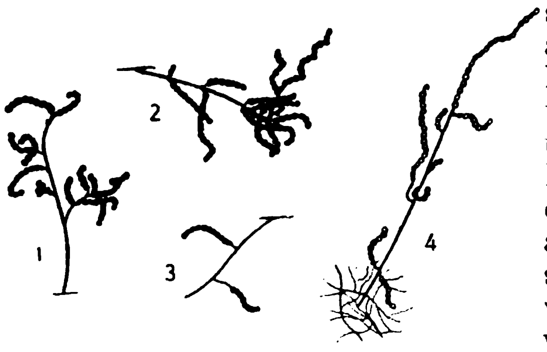


Fig. 9.

Wie oben gesagt, sind einzelne Lufthyphen besonders schön direkt auf der gallertigen Platte zu sehen. Bewegt man die Platte unter dem Mikroskop, so sieht man außerhalb der Klumpen auch einzelne sporentragende Lufthyphen über der Agarschicht emporragen. Die Lufthyphen sind ungefähr doppelt so dick wie die Hyphen des Tiefenmyzels und haben ca. 0 9 μ im Durchmesser. Man kann an ihnen sehr deutlich den Hauptstamm und sehr verschiedenartig verteilte Zweige unterscheiden, welche gerade, etwas gebogene, meistens aber spiralig gekrümmte Ketten von Sporen tragen (Fig. 9). Die Zweige erscheinen etwas dünner als der Hauptstamm und sind ihrerseits oft auch verzweigt, so daß man das Ganze am besten mit einem winzigen Bäumchen vergleichen kann. Die Bildung der Sporen fängt entweder direkt oder in einer gewissen Entfernung vom Hauptstamme an.

Wenn man mit der Platinnadel etwas von der Oberfläche der Kolonie in einem Wassertropfen auf den Objektträger herüberbringt, so sieht man nur freie oder in kleinere und größere Haufen und Ketten angesammelte Sporen, deren Form nicht gleichmäßig ist und zwischen einer ausgesprochen kugeligen und ausgesprochen ovalen schwankt. Die Größe ist ca. 0,8—1 μ.

Trotzdem schon Sauvageau und Radais (S. 263) und später auch Gilbert (S. 396) das Entstehen der Sporen genau beschrieben haben, findet man bis jetzt noch in der Literatur sehr verschiedenartige Ansichten darüber, weswegen ich es nicht für überflüssig halte, auf die Bildung der Sporen etwas näher einzugehen.

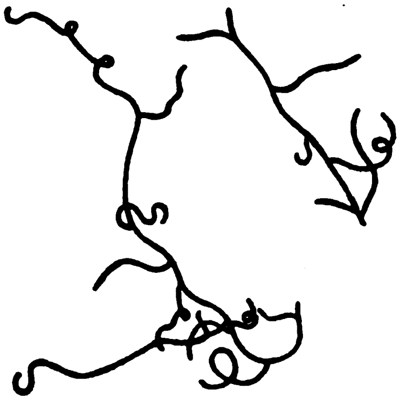


Fig. 10.

Die Sporen entstehen ausschließlich an den Lufthyphen der Oberflächenkolonien. Für meine mikroskopischen Untersuchungen habe ich solche Kolonien aus den Mannit-Kulturen gebraucht. Am besten kann die Sporenbildung an jungen, einige Stunden alten Oberflächenkolonien beobachtet werden, welche noch weiße oder erst ganz hellgraue Färbung haben. An weißen Kolonien erscheinen die Lufthyphen noch ungeteilt in Form von verzweigten und sehr mannigfaltig gekrümmten Fäden (Fig. 10). Sobald die Färbung ins Hellgraue überzugehen beginnt, kann man an vielen Lufthyphen in regelmäßigen Zwischenräumen deutliche Einschnürungen sehen, so daß die Hyphen in längliche Stücke geteilt erscheinen, die den Eindruck von Kurzstäbchen machen (Fig. 11). In späteren Stadien vertiefen sich die Einschnürungen, die Kurzstäbchen runden sich ab und verwandeln sich in reife Sporen. Makroskopisch nehmen die Kolonien dabei eine ausgesprochen graue Färbung an und haben, je nach der Üppigkeit der Sporenbildung, mehr oder weniger starken Erdgeruch.

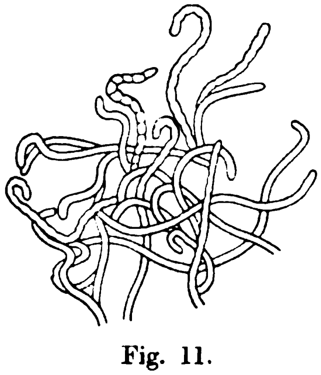


Fig. 11.

Auf dem fixierten und mit Methylenblau oder Karbolfuchsin gefärbten Präparat erscheint der Inhalt der jungen Lufthyphen der weißen Oberflächenkolonien in regelmäßige, intensiv gefärbte Kurzstäbchen geteilt, zwischen denen man schmale, weniger intensiv gefärbte Intervalle sieht. Das sind Lufthyphen, bei denen die Einschnürung schon begonnen hat, während die Lufthyphen, die noch keine Einschnürung zeigen, sich ganz gleichmäßig färben. Bei sehr starker Vergrößerung und ziemlich offener Blende kann man bei vorgeschrittener Einschnürung an den weniger intensiv gefärbten Intervallen deutlich die Membran sehen. Manche Hyphen sind ganz, die anderen nur an der Spitze in Kurzstäbchen geteilt, was vielleicht darauf hindeutet, daß die Einschnürungen nicht an der ganzen Hyphe zu gleicher Zeit, sondern von der Spitze aus beginnen.

Wenn man solche mit Methylenblau gefärbte Lufthyphen mit 1proz. Schwefelsäure behandelt, so entfärben sich die Kurzstäbchen genau ebenso wie das übrige Protoplasma, mit Ausnahme der Volutinkörner des submersen Myzels. Somit darf man diese Kurzstäbchen, welche Sporenanlagen sind, auf keinen Fall mit den „kokken"- und „stäbchen"förmigen Volutineinschließungen verwechseln, welche ich schon oben erwähnt habe, und auf die ich noch später zurückkommen werde.

Die Sporen entwickeln sich nur an der Luft; bei submersen Kolonien habe ich ihre Bildung niemals beobachtet. Die besten Temperaturverhältnisse für den Actinomyces cloacae sind 30—33° C. Er entwickelt sich zwar auch bei niedrigerer Temperatur, aber bedeutend langsamer. Während bei 30—33° die Sporenreife schon nach 30—40 Stunden eintritt, findet man an den bei Zimmertemperatur gezüchteten Kulturen noch nach 14 Tagen weiße Oberflächenkolonien.

Eine von der eben beschriebenen ganz abweichende Bildung von Lufthyphen habe ich bei der mikroskopischen Untersuchung des schneeweißen Saumes der Oberflächenhäutchen der Glukose-Kulturen beobachtet. Diese Bildung scheint der Aufmerksamkeit der früheren Forscher entgangen zu sein. Nur bei Berestneff (S. 180) habe ich etwas Ähnliches gefunden. Bei der Beschreibung der von ihm entdeckten Art Actinomyces Gabritschewskii sagt er, daß „im Zentrum der Kolonien die Fäden des Pilzes gewöhnlich viel dicker sind, als in den Peripherieteilen; so werden sie im Zentrum bis 1,5 μ weit, während sie in der Peripherie allmählich bis 0,5 μ zurückgehen". Sauvageau und Radais bemerken nur an einer Stelle bei der Beschreibung ihrer Oospora Guignardi: „Les filaments ont une très grande tendance à s'adosser l'un contre l'autre, ce qui donne parfois l'illusion d'un élargissement des filaments." Die Erscheinung welche ich beobachtet habe, besteht aber nicht in der „Anlehnung" der Hyphen aneinander, sondern die Hyphen verflechten sich untereinander und machen dabei auf den ersten Blick den Eindruck von sehr dicken Fäden, welche netzartig miteinander verbunden sind (Fig. 12). Je näher zur Peripherie der Kolonie, desto dünner werden sie, und man bekommt dabei ungefähr dasselbe Bild, wie es bei Berestneff auf der Photographie 11 der Taf. II dargestellt ist. Erst bei stärkster Vergrößerung und bei der Beobachtung mit der Ölimmersion konnte ich feststellen, daß dieses netzartig verflochtene Myzel auf folgende Weise zustande kommt: Einzelne Hyphen des submersen Myzels steigen über dieses empor und verflechten sich mit den benachbarten Hyphen; die so entstandenen dünnen Geflechte verflechten sich ihrerseits untereinander, wobei einzelne Hyphen sich wiederum von dem Geflecht lostrennen und zu einem anderen Geflecht übergehen können. Auf solche Weise entsteht allmählich über dem submersen Myzel eine netzförmige Kappe von verschieden dicken Hyphengeflechten des Luftmyzels. Die Maschen des Luftmyzelnetzes sind von sehr verschiedener Form und Größe, und die ganze Kappe bildet kein regelmäßiges Gewölbe, sondern die Geflechte verlaufen sowohl horizontal, als auch vertikal und schräg. Die näher zum submersen Myzel liegenden inneren, vertikalen und schrägen Geflechte sind natürgemäß dünner, die äußeren, welche mehr oder weniger horizontal liegen, dicker. Die Dicke der Geflechte schwankt zwischen 2 und 5 μ.

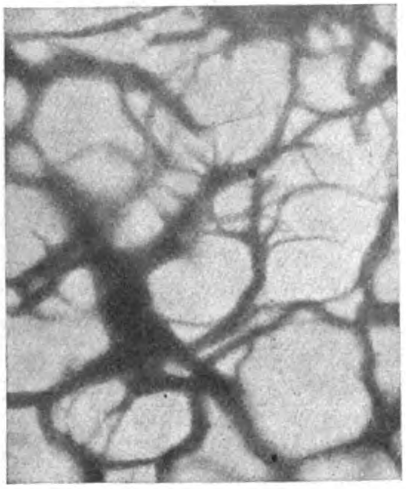


Fig. 12.

Der ganze weiße Saum besteht aus solchen, dicht nebeneinander liegenden Netzkappen, und die Luft, welche sich in den Netzmaschen und zwischen

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

den Hyphen befindet, gibt ihm sein schneeweißes Aussehen. Wenn man einen Teil des Saumes direkt im Wassertropfen beobachtet, so erscheint er in einer großen Luftblase liegend, welche nach mehrmaligem Durchsaugen von Alkohol leicht entfernt werden kann. Die Lufthyphengeflechte färben sich ebenso schön wie das dünne, submerse Myzel mit den üblichen Anilinfarben, wobei man nirgends irgendwelche Art von Erweiterungen und keine Einschließungen konstatieren kann.

Es ist interessant, daß diese netzartigen Kappen sich nur am Rande der zusammenhängenden Häutchen bilden, oder im Innern der Häutchen, da, wo sich mehr oder weniger große Löcher befinden. In denjenigen Glukosekulturen, wo die Aussaat nicht reichlich war, und wo infolgedessen die Oberflächenkolonien getrennt voneinander lagen, habe ich niemals diese Erscheinung beobachtet. Mir scheint es eine Art mechanische Einrichtung zu sein, welche den Zweck hat, die ganze Zooglöe möglichst fest zusammenzuhalten. Dafür spricht auch der Umstand, daß der Saum sehr zähe ist, und, wenn man ein kleines Stück davon mit der Platinnadel oder Platinöse herausnehmen will, so zieht man immer ein größeres Stück des benachbarten Saumes, wenn nicht das ganze Häutchen, mit.

Eine ebensolche Bildung von netzartigen Luftmyzelkappen beobachtete ich bei den Kolonien des Glaswandringes der Fleischbouillon-Kulturen. Die Geflechte sind aber hier bedeutend dünner als bei den Glukose-Kulturen und meistens nur 1,75—2,25 μ dick. Ebenso wie bei den Glukose-Kulturen, bleiben sie auch hier im Wassertropfen von einer feinen Luftschicht umgeben, welche sich leicht mit Alkohol entfernen läßt.

Sporenbildung findet weder in den Glukose-, noch in den Bouillon-Kulturen statt.

Das untergetauchte Myzel der Oberflächenkolonien und das Myzel der Tiefenkolonien besteht in den meisten Kulturen aus einem dichten Netz von sehr dünnen (ca. 0,4—0,5 μ), farblosen, verzweigten und bisweilen wellenartig gekrümmten Hyphen. Sehr auffallend weicht hiervon der Bau der Hyphen von den Bodenkolonien aus den Mannit-Kulturen ab. Wenn man lebende Objekte in einem Wassertröpfchen bei ziemlich starker Vergrößerung beobachtet, so findet man an vielen Stellen der Hyphen kugelförmige oder ovale Erweiterungen, welche ungefähr um das Drei- bis Vierfache dicker als die Hyphen selbst sind. Manchmal, aber verhältnismäßig selten, sitzen solche Erweiterungen an Enden der Hyphenzweige. In den meisten Fällen kann man bei diesen Erweiterungen deutlich innere Struktur wahrnehmen: die kleineren Erweiterungen erscheinen im Innern von körniger Struktur; bei den größeren ist der größte Teil des inneren Raumes von 1 oder 2 schwach lichtbrechenden Vakuolen eingenommen, so daß das Zytoplasma längs der Wandung gelegen ist. Färbt man das Myzel mit Methylenblau, so nehmen diese Vakuolen dunkelblau-rötliche Färbung an, während das Zytoplasma schwach blau gefärbt wird. Zu gleicher Zeit erscheinen auch in dünnen Teilen des Myzels zahlreiche, dunkelblau-rötlich gefärbte Körner, welche manchmal so nahe aneinander liegen, daß man sie leicht für Stäbchen halten kann. Das ist die Erscheinung, welche in der Literatur über die Actinomyceten als „Fragmentation“ bekannt ist.

Nachdem ich auf die gleichartige Färbung der „Vakuolen“ in den erweiterten Teilen und der Körner in den dünnen Teilen des Myzels aufmerksam geworden war, suchte ich nach diesen Körnern auch im ungefärbten Zustand. Bei sehr starker Vergrößerung und sehr genauem Zusehen gelang es mir auch bald, sie in Form von schwach lichtbrechenden Partien zu finden. Sowohl das Studium meiner eigenen gefärbten Präparate, als auch der von verschiedenen Autoren veröffentlichten Abbildungen der „Fragmentation", brachte mir bald das Bild in Erinnerung, welches entsteht, wenn man volutinreiche Bakterienarten mit den üblichen Anilinfarben behandelt. Das ließ mich sofort vermuten, daß es sich bei der sogenannten „Fragmentation" nicht um Zerfall der Hyphen in Fragmente, sondern um Volutineinlagerungen handelte. Die Nachprüfung der von Arth. Meyer angegebenen charakteristischen Volutinreaktionen hat meine Vermutung vollkommen bestätigt. Indem ich für die genaue Beschreibung meiner Versuche auf meine Abhandlung „Über die sogenannte Fragmentation der Actinomycetenhyphen" verweise, begnüge ich mich hier nur mit der Veröffentlichung einiger Abbildungen (Fig. 13—15) und mit der Anführung der Resultate meiner Untersuchungen:

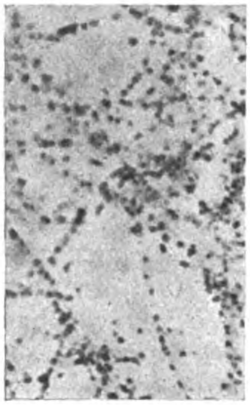


Fig. 13.

1. Die Annahme, daß die Actinomycetenhyphen in Fragmente zerfallen können, beruht auf irrtümlichen Beobachtungen an gefärbten Präparaten; in Wirklichkeit gibt es keine Fragmentation der Actinomycetenhyphen.

2. Die „Kokken", „Stäbchen" und „Spirillen" der Autoren sind nichts anderes als Tröpfchen und Ansammlungen von Tröpfchen von Volutin.

In einer kürzlich erschienenen Arbeit sagt van Herwerden, daß die Bildung der Volutinkörner in Pilzen und Hefezellen von der Anwesenheit anorganischer und organischer Phosphorverbindungen im Nährboden abhängig ist. Um diese Behauptung an meiner Actinomyces-Art nachzuprüfen, habe ich den oben bei der makroskopischen Beschreibung der Mannit-Kulturen angeführten, vergleichenden Versuch mit K_2HPO_4- und KNO_3-haltigen Mannit-Kulturen gemacht. Da in der KNO_3-haltigen Nährlösung Spuren von Phosphorverbindung vorhanden waren, so hat sich Volutin zuerst wohl gebildet, aber in bedeutend geringerer Menge als in der K_2HPO_4-haltigen Mannit-Kultur. Am 3. Tage, als an den Oberflächenkolonien üppige Sporenbildung eintrat, konnte man im untergetauchten Myzel dieser Kolonien absolut keine Spur von Volutin mehr finden. Im Myzel der Bodenkolonien war auch kein Volutin vorhanden. Zu gleicher Zeit war das untergetauchte Myzel der Oberflächenkolonien und das der Bodenkolonien in K_2HPO_4-haltigen Mannit-Kulturen von einer ganz enormen Menge von Volutinkörnern überfüllt.

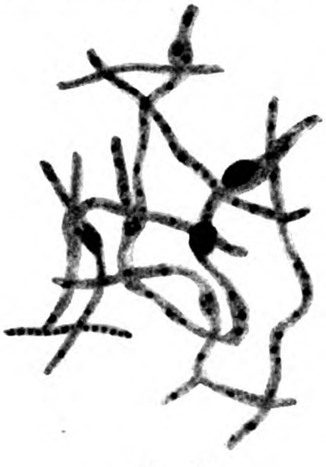


Fig. 14.

Die kugelförmigen Erweiterungen sind auch an den Hyphen der Bodenkolonien in KNO_3-haltigen Kulturen vorhanden. Ihr Inhalt entfärbt sich nach der Methylenblaufärbung bei der Behandlung mit 1proz. Schwefelsäure, aber doch etwas langsamer als das übrige Zytoplasma. Es ist also möglich, daß sich hier auch irgendein Reservestoff bildet, der als Ersatz für Volutin angesehen werden kann.

Außer den Mannit-Kulturen habe ich die kugelförmigen Erweiterungen auch in den Kulturen der Omelianskischen Lösung beobachtet. Hier traten sie aber nie in so großer Anzahl hervor; die Volutinbildung war aber auch hier sehr üppig. Auf Grund des sehr reichen Inhaltes der kugelförmigen Erweiterungen an Volutin (eventuell auch an anderen Reservestoffen) betrachte ich sie als besondere Reservoire zum Aufspeichern dieses Reservestoffes.

Eine etwas andere Art von Erweiterungen fand ich an den Hyphen der Bodenkolonien aus den bei Zimmertemperatur gezüchteten Fleischbouillon-Kulturen. Diese Hyphen wiesen hier und da, im großen und ganzen aber äußerst selten, Erweiterungen auf, denen man am besten vielleicht die Bezeichnung von „faßförmigen“ geben kann. Sie sind, zum Unterschied von den Erweiterungen der Mannit-Kolonien, etwas länglich und erreichen in ihren breitesten Stellen kaum 1 μ. Zuweilen sieht man 4—5 solcher Erweiterungen dicht nebeneinander liegen, so daß an diesen kurzen Strecken die Hyphen eine rosenkranzförmige Gestalt annehmen. Wie auch die übrigen Hyphenteile, enthalten diese Erweiterungen kein Volutin, lassen sich aber nach der Methylenblaufärbung bei der Behandlung mit 1proz. Schwefelsäure nicht so schnell entfärben wie die dünnen Teile der Hyphen. Vielleicht ist auch hier derselbe Reservestoff aufgespeichert wie in den Hyphen der Bodenkolonien der KNO_3-haltigen Mannit-Kulturen.

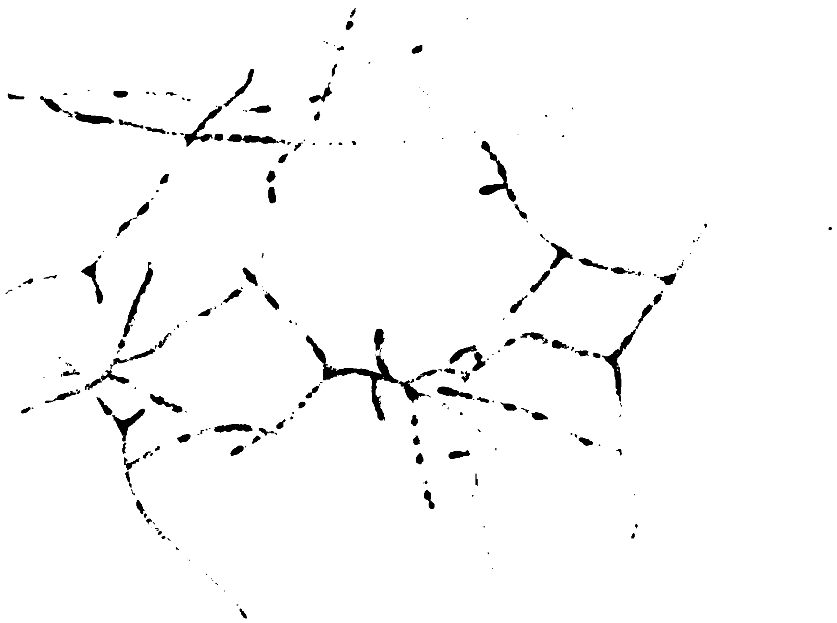


Fig. 15.

Das Myzel der Bodenkolonien aus den Glukose-Kulturen besteht aus einem dichten Netz typischer, dünner Actinomyceten-Hyphen, welche aber an manchen, ziemlich langen Stellen ungefähr um das Doppelte angeschwollen sind. Die Anschwellungen haben keine geradlinigen, sondern unregelmäßig wellenförmige Konturen. Kugelige, ovale oder faßförmige Erweiterungen wurden hier nicht gesehen. In den ersten Tagen der Entwicklung sieht man in den

Hyphen keine Einschließungen, und sie lassen sich auch mit Methylenblau und anderen Anilinfarbstoffen ganz gleichmäßig färben. Erst nach 8—10 Tagen erscheinen in allen Teilen der Hyphen, sowohl in dünnen, als auch in dickeren, unzählige größere und kleinere, kugelförmige, farblose, ziemlich stark lichtbrechende Gebilde. Die Volutin-Reaktionen geben negative Resultate. Mit Methylenblau lassen sich diese Gebilde überhaupt nicht färben; man sieht aber dabei, daß die Hyphen dicht von diesen Gebilden erfüllt sind, denn das blau gefärbte Zytoplasma erscheint neben diesen Gebilden in ganz minimaler Menge und nimmt zwischen ihnen manchmal einen so schmalen Raum ein, daß man sie auf den ersten Blick für eine Querwand halten könnte. Von 0,4proz. Dimethylamidoazobenzol-Lösung im 95proz. Alkohol und von Sudan III werden die kugelförmigen Gebilde hellgelb bzw. rosa bis hellrot gefärbt. Schwache Jodjodkaliumlösung färbt sie sehr schwach gelb, von konzentrierter Jodjodkaliumlösung werden sie dunkelgelb bis hellbraun gefärbt. Beim Färben mit Fuchsin ohne Erwärmung entsteht dasselbe Bild wie bei der Methylenblaufärbung. Alle diese Reaktionen lassen darauf schließen, daß die beschriebenen Gebilde kein Glykogen und kein Volutin, sondern Fettropfen sind. Sie sind in solcher Menge vorhanden, daß man manchmal nichts von dem Zytoplasma der Hyphen sehen kann, und es ist nicht ausgeschlossen, daß auch diese Fettropfen, wie die Volutinkörner, von den früheren Beobachtern für kokkenartige Hyphenfragmente gehalten worden sind.

Aachen, im April 1918.

Literatur.

1. Sauvageau et Radais, Sur les genres Cladothrix, Streptothrix, Oospora, Actinomyces et description des deux Streptothrix nouveaux. (Ann. de l'Inst. Pasteur. T. 6. 1892.)
2. Berestneff, Aktinomykose und ihre Erreger. Moskau 1897. [Russisch.]
3. Beijerinck, Über Chinonbildung durch Streptothrix chromogena. (Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 6. 1900.)
4. Gilbert, Über Actinomyces thermophilus und andere Actinomyceten. (Zeitschr. f. Hyg. Bd. 47. 1904.)
5. Rullman, Die Eisenbakterien, Cladothricheen, Streptothricheen und Actinomyceten. (Lafar's Handbuch. Bd. 3. 1904.)
6. Miehe, Die Selbsterhitzung des Heues. Jena 1907.
7. Krainsky, Die Actinomyceten und ihre Bedeutung in der Natur. (Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 41. 1914.)
8. van Herwerden, Over den aard en de beteekenis der volutine in gistcellen. (Versl. gew. Verg. Kon. Akad. Wet. Amsterdam. Afd. Wis. en Nat. XXV. 1917; Referat in Botan. Zentralbl. Bd. 137.)
9. Brussoff, Über die sogenannte Fragmentation der Actinomycetenhyphen. (Naturwiss. Wochenschr. Bd. 33. 1918.)
10. Meyer, Arthur, Praktikum der botanischen Bakterienkunde. Jena 1903.
11. —, Orientierende Untersuchungen über die Verbreitung, Morphologie und Chemie des Volutins. (Botan. Zeitg. Bd. 62. 1904.)
12. —, Die Zelle der Bakterien. Jena 1912.
13. Omelianski, Die Zellulosegärung. (Lafar's Handbuch. Bd. 3. 1904.)

Figurenerklärung.

Fig. 1. Photographie einer Fleischagar-Platte. 28 Tage alte Kultur. Die konzentrisch-ringförmige Struktur der Kolonien ist ganz deutlich sichtbar. Ca. ½ nat. Größe.

Fig. 2. 8 Tage alte Bouillon-Kultur. Man sieht die eigenartige Struktur des Glaswandringes. Ca. ½ nat. Größe.

Fig. 3. 17 Tage alte Bouillon-Kultur. Der Glaswandring hat sich an vielen Stellen von der Glaswand losgelöst und bildet zahlreiche Falten. Ca. ⅔ nat. Größe.

Fig. 4. 8 Tage alte Kultur auf Kartoffel. Auf der Photographie ist die durchfurchte Struktur des Belages deutlich sichtbar; dagegen ist der Unterschied in der Färbung der Mitte und des Randes nicht sichtbar.

Fig. 5. 15 Tage alte Kultur auf der Zelluloseplatte + Kalk, durchtränkt von der Omelianskischen Nährlösung. Bei Durchsicht. Erklärung im Text. Ca. $^4/_5$ nat. Größe.

Fig. 6. Schematische Darstellung der Papierstreifen aus den Kulturen in der Omelianskischen Nährlösung mit Kalk (a) und ohne Kalk (b). 6 Tage alte Kulturen. Nat. Größe.

Fig. 7. Eine Oberflächenkolonie aus einer Mannit-Kultur. Gezeichnet mit dem Zeißschen Apparat nach einem mit Alkohol ausgewaschenen, fixierten und mit Karbolfuchsin gefärbten Präparat. Vergröß. ca. 40.

Fig. 8. Einer von den kleineren Flecken der Figur 7. Vergröß. ca. 700.

Fig. 9. Verzweigte Luftmyzelhyphen mit Sporenketten: 1—3. Von der Oberfläche einer Fleischagar-Platte. — 4. Von einer Oberflächenkolonie aus einer Mannit-Kultur. Gezeichnet mit dem Zeißschen Apparat nach dem lebenden Material. Vergröß. ca. 700.

Fig. 10. Zwei abgerissene Luftmyzelhyphen von einer Oberflächenkolonie aus einer Mannit-Kultur. Keine Einschnürungen. Gezeichnet mit dem Zeißschen Apparat nach einem unfixierten mit Methylviolett gefärbten Präparat. Vergröß. ca. 1400.

Fig. 11. Ein Knäuel von Luftmyzelhyphen der weißen Oberflächenkolonie aus einer Mannit-Kultur. Manche Hyphen zeigen die ersten Stadien der Sporenbildung. Gezeichnet mit dem Zeißschen Apparat nach dem lebenden Material im Wasser. Vergröß. ca. 1400.

Fig. 12. Ein Teil der netzförmigen Kappe von dem schneeweißen Saum des Oberflächen-Häutchens aus einer Glukose-Kultur. Photographiert nach dem fixierten und mit Fuchsin gefärbten Präparat. Zeiß' Apochr.-Objekt 3,0 mm, Kompens.-Okular 12. Vergröß. ca. 800.

Fig. 13. Volutinkörner in den Hyphen einer Bodenkolonie aus einer Mannit-Kultur. Photographiert nach einem fixierten, mit Karbolfuchsin gefärbten und mit 1proz. Schwefelsäure behandelten Präparat. Sonst wie Fig. 12.

Fig. 14. Kugelförmige Erweiterungen an den Hyphen einer Bodenkolonie aus einer Mannit-Kultur. Dunkle Flecken sind Volutinkörner. Gezeichnet mit dem Zeißschen Apparat nach einem nicht fixierten, mit Methylenblau gefärbten Objekt. Vergröß. ca. 1400.

Fig. 15. Volutinhaltige Hyphen vom untergetauchten Myzel einer Oberflächenkolonie aus einer Mannit-Kultur. Gezeichnet wie Fig. 14 nach einem mit Methylenblau und Jodjodkaluim gefärbten Präparat. Vergröß. ca. 1400.

Nachdruck verboten.

Untersuchung eines aus Rahm isolierten Säure-Labbildenden Bazillus (Bacillus coagulans n. sp.).

[Mitteilung aus der Bakteriologischen Abteilung der Zentralanstalt für Landwirtschaftliches Versuchswesen auf Experimentalfältet bei Stockholm. Direktor: Prof. Chr. Barthel.]

Von Dr. **A. E. Sandelin.**

Warington hat schon 1888 beobachtet, daß gewisse Mikrokokken durch Erzeugung von sowohl Säure wie eines labartigen Enzymes die Koagulierung der Milch verursachen können. Gorini hat sich mit diesen Säure-Lab produzierenden Organismen beschäftigt und hat, auf Grund seiner Untersuchungen, eine besondere Klasse Bakterien; und zwar die Säure-Lab-Bakterien (die acido-proteolytischen Bakterien) aufgestellt. Nach ihm haben mehrere Forscher das Vorkommen eines labartigen Enzymes bei einer Anzahl verschiedener Bakterien nachgewiesen. Außerdem hat man ja oft beobachtet, daß sowohl Sporenbildner wie Nichtsporenbildner, anaërobe wie aërobe Arten von Bakterien die Milch bei schwach saurer Reaktion

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

koagulieren. Diese von Gorini aufgestellte Gruppe kann nicht als scharf begrenzt betrachtet werden, denn, führt man zu ihr alle Bakterien, die bei ihrem Wachsen in Milch sowohl Säure wie Lab produzieren, so würde die Gruppe eine recht große Anzahl weit voneinander verschiedener Bakterien umfassen. Das Vorkommen eines labartigen Enzymes bei gewissen Bakterien ist indessen sehr bemerkenswert. Gerade dieses Enzym spielt auch ohne Zweifel eine wichtige Rolle bei dem Wachsen dieser Bakterien besonders in Milch und Produkten derselben und ist natürlich für die Nahrungsaufnahme der betreffenden Bakterien von großer Bedeutung. Die Bezeichnung Säure-Lab-Bakterie ist somit einzig und allein als Angabe einer gewissen Eigenschaft der fraglichen Mikroorganismen, nicht aber als ein Klassenname, aufzufassen.

Werden die säure- und laberzeugenden Bakterien in Milch gezüchtet, so koaguliert das Kaseïn gewöhnlich in Form eines lockeren, flockigen Koagulums, das oft etwas gelblich ist. Der Geruch der Milch ist oft käsig und gleichzeitig schwach sauer. Der unten beschriebene Bazillus gab bei der Züchtung in steriler Milch ein festes, homogenes, die ganze Röhre ausfüllendes Koagulum. Dann begann das Koagulum, sich unter Absetzung einer klaren, gelblichen Molke zusammenzuziehen, und in kurzem zog sich das Koagulum zu einem Stäbchen von ungefähr der Dicke eines Bleistiftes zusammen. Dann fing das Koagulum an, sich aufzulösen, peptonisiert zu werden. Der Geruch der Milch war käsig und gleichzeitig sauer. Gerade diese charakteristische Zusammenziehung des Kaseïns lenkte die Aufmerksamkeit auf diesen Bazillus. Infolge dieses seines Verhältnisses in Milch kann man ihn ohne Schwierigkeit von den Heu- und Kartoffelbazillen, denen er in gewissen Beziehungen stark ähnelt, unterscheiden. Da ich indessen in der mir zugänglichen bakteriologischen Literatur einen solchen Mikroorganismus nicht beschrieben gefunden habe, zögere ich nicht, die bei der Untersuchung erhaltenen Ergebnisse zu veröffentlichen. Ausgeschlossen ist es ja nicht, daß der Bazillus bei der Verarbeitung der Milch oder der Molkereiprodukte eine Rolle spielen kann.

Die Untersuchung ist an der bakteriologischen Abteilung der Zentralanstalt für Landwirtschaftliches Versuchswesen auf Experimentalfältet bei Stockholm unter Leitung des Vorstehers, Professor Chr. Barthel, ausgeführt worden. Ich gestatte mir, Herrn Professor Barthel hiermit für die Anregung zu der fraglichen Untersuchung und für die Hilfe sowie für die Ratschläge und Auskünfte, die ich von ihm erhalten habe, meinen aufrichtigen Dank auszusprechen.

Isolierung.

Von einer Fabrik für Herstellung homogenisierter und sterilisierter Rahm in Schweden wurden der Zentralanstalt verdorbene Rahmproben zur Untersuchung eingesandt. Der Rahm war unter reichlicher Ausscheidung von Molken vollständig koaguliert. Das Kaseïn und das Fett bildeten einen festen Klumpen. Bei der Öffnung der Flaschen wurde in ihnen Gasbildung beobachtet. Das Gas verpuffte bei der Flambierung der Flaschenmündung. Der Säuregrad war bei 5 dieser Proben hoch, nämlich 53—64 nach Thörner. Die anderen Proben hatten einen geringeren Säuregrad, 17—34.

Aus jeder Probe wurde in Milch geimpft und in Laktosegelatine Verdünnungen vorgenommen. 3 der Proben (Nr. 1, 3 und 6) koagulierten die Milch unter schwach saurer Reaktion, worauf das Koagulum sich zu einem stäbchenförmigen Klumpen an der Seite der Röhre zusammenzuziehen begann. 3 der Proben waren steril; offenbar waren die Bakterien abgestorben. Der Rest der Proben peptonisierte die Milch, nachdem er erst ein flockiges Koagulum gegeben hatte. Auf den Gelatineplatten wuchsen Bac. subtilis und mycoides sowie ihnen verwandte Kolonien aus. Da keines der aus diesen Kolonien abgeimpften Bakterien die Milch auf die oben erwähnte, kennzeichnende Weise koagulierte, wurde aus einer direkt aus dem Rahm geimpften Milchprobe von neuem Verdünnungen vorgenommen. Dieses Mal wurde in sog. Bakterienzählungsgelatine (Zusammensetzung siehe unten. Von Orla-Jensen bei der Bakterienzählung angewendet) ausgesäet, und zwar zunächst, um zu verhindern, daß die Platten durch Bac. subtilis und mycoides zu früh zerfließen. Die Platten standen erst eine Nacht im Eisschrank. Einen Tag nach ihrer Herausnahme und Aufbewahrung bei Zimmertemperatur waren auf ihnen charakteristische, aus einer Anzahl kleiner, nebeneinander liegender Teilkolonien bestehende Kolonien ausgewachsen. Nach dem Abstechen in Milch wurden bei der Milch die oben erwähnten charakteristischen Veränderungen beobachtet. Dieser hierdurch isolierte Bazillus ist näher untersucht worden, worüber das Nähere in der unten angeführten Beschreibung beschrieben werden wird. Der fragliche Bazillus wird Bac. coagulans n. sp. genannt.

Morphologie.

Der Bac. coagulans ähnelt am meisten dem Bac. subtilis. In jungen Kulturen nimmt man gerade Stäbchen mit gerundeten Enden wahr, die ungefähr 3 μ lang und 0,9 μ breit sind. Bei Zimmertemperatur bilden sich keine längeren Ketten; gewöhnlich hängen nur 2—3 Individuen zusammen. Bei höherer Temperatur (37°) bilden sich dagegen oft recht lange Ketten. Oft beobachtet man, besonders nach der Kultivierung bei höherer Temperatur, deutliche Körner in der Bakterie. Nach längerem Wachstum in demselben Nährmedium wird der Bazillus äußerst körnig, und es finden sich reichlich ungleichmäßig angeschwollene Involutionsformen.

Der Bazillus färbt sich leicht mit den gewöhnlichen Färbungsmitteln, ebenso nach Gram. Bei der Färbung nach Neisser sind keine deutlichen Körner wahrnehmbar; die beiden Enden der Stäbchen sind aber oft etwas kräftiger gefärbt. Färbt man den Bazillus mit verdünnter Jodlösung, so treten in den dunkler gefärbten Partien kleine Körner, Iogen oder Glykogen, hervor. Bei der Volutinfärbung mit Karbolfuchsin und Nachbehandlung mit 1 Proz. Schwefelsäure treten in dem beinahe entfärbten Bazillus sehr deutliche Körner hervor. Gewöhnlich finden sich 1—2, zuweilen 3 Körner. Oft beobachtet man in jedem Ende ein Korn. Die Körner treten auch bei der Färbung mit Karbolgentianaviolett und mit Loefflers Methylenblau nach Entfärbung mit 1 Proz. Schwefelsäure hervor.

	Länge		Breite	
	Variationen	Mittel	Variationen	Mittel
	μ		μ	
Laktosegelatine 3 Tage b. Zimmertemperatur	1,8— 3,3	2,7	0,5—0,8	0,7
Laktoseagar 1 Tag b. Zimmertemp.	2,3— 4,2	3,1	0,7—1,0	0,9
„ 1 Tag bei 37°	4,0—12,7	7,6	0,8—1,2	0,9
Milch 3 Tage bei 37°	1,8— 3,7	2,7	0,5—1,0	0,7

Die Größe der Stäbchen bei der Züchtung auf verschiedenen Nährmedien geht aus der vorstehenden Tabelle hervor. Die Messungen sind an mit Methylenblau gefärbten und in Kanadabalsam eingeschlossenen Präparaten gemacht.

Die Bakterie bildet reichlich ovale Sporen. Schon nach beispielsweise 1 Tage bei 37° in Milch tritt Sporenbildung ein. Besonders auf Kartoffeln bei 37° bilden sich in kurzem reichlich Sporen. Die Sporen wurden durch Erhitzung mit Karbolfuchsin und Entfärbung mit Alkohol + 1 Proz. Salzsäure gefärbt. Sie wurden, in Kanadabalsam eingeschlossen, gemessen. Die Länge war im Maximum 2,2, Minimum 1,8, Mittel 2,0 μ; die Breite war Max. 1,3, Min. 1,0, Mittel 1,1 μ. In den auf diese Weise gefärbten Sporen wurde in der Mitte der ovalen Spore ein stärker gefärbtes Korn beobachtet. (Das Material war von einer 4 Tage alten, bei 37° aufbewahrten Kartoffelkultur genommen.)

Der Bac. coagulans ist beweglich, jedoch recht langsam. Am deutlichsten läßt sich die Beweglichkeit bei jungen Kulturen auf Laktoseagar oder Laktosegelatine wahrnehmen. Die Zilienfärbung nach Casares-Gils Methode gelang nur bei Anwendung bei Zimmertemperatur gewachsener Kulturen. Der Bazillus ist mit peritrichen, äußerst feinen, lockigen Zilien reichlich versehen. In den gefärbten Präparaten waren sie stets zum Teil zusammengepackt. Die Zilien lösen sich leicht ab, denn trotz vorsichtiger Behandlung fanden sich bei der Ausführung der Färbung reichlich lose Zilien im Präparate. Die Länge einiger deutlicher Zilien wurde mit folgendem Resultate gemessen (nach Casares-Gil gefärbt, in Kanadabalsam eingeschlossen): Länge der Zilien Max. 7,5 μ, Min. 4,7 μ, Mittel 5,6 μ. Die Größe der nach dieser Methode gefärbten Bazillen war: Länge Max. 5,0 μ, Min. 3,3 μ, Mittel 3,8 μ; Breite Max. 1,7, Min. 1,3 μ, Mittel 1,4 μ.

Das Wachstum auf verschiedenen Nährböden.

Peptonfleischextraktgelatineplatten[1]). Nach zwei Tagen bei Zimmertemperatur kräftiges Wachsen. Die kleinen Kolonien sind rund mit haarigen Rändern. Das Innere der Kolonie ist homogen, undurchsichtig, mit einer undurchsichtigen Partie in der Mitte. Der Bazillus beginnt sofort, die Gelatine kräftig zu schmelzen. Die Schmelzzone ist rund, schalenförmig, zuweilen beinahe zylindrisch. Die ursprüngliche Kolonie liegt wie ein Punkt in der Mitte der Schmelze, und rings um den Punkt findet sich eine Andeutung von konzentrischen Ringen. Die Schmelzzone ist zottig, mit kurzen, mikroskopisch sichtbaren, feinen Haaren. In einem späteren Stadium besteht der Inhalt der Schmelze aus voluminösen Flocken. Nach 3 Tagen ist die Schmelzzone ungefähr 1 cm im Durchmesser. Nach 5 Tagen zerfließt die Platte gewöhnlich vollständig.

Laktosegelatineplatten[2]). Das Aussehen der Kolonien wie auf der Fleischextraktpeptongelatine; die Gelatine schmilzt jedoch langsamer. Die in die Gelatine eingeschlossenen Kolonien haben ein etwas anderes Aussehen, indem bei ihnen kurze, grobe Ausläufer wahrnehmbar sind, so daß die Kolonie bei schwacher Vergrößerung (30 : 1) etwas an eine Klette erinnert. Das Vorderende dieser Ausläufer ist oft etwas gröber als die Basis. Anaërob aufbewahrt, erhält man gleichfalls Wachstum, jedoch langsamer. Erst nach 4 Tagen sind die Kolonien, wenn sie anaërob wachsen, deutlich wahrnehmbar.

---

[1]) Pepton Witte 10 g, Cibils Fleischextrakt 20 ccm, Gelatine 100 g, Wasser 1 l.

[2]) Wie oben + 1 Proz. Laktose.

Bakterienzählungsgelatineplatten[1]). Auf diesen haben die Kolonien ein recht abweichendes Aussehen. Die Kolonie besteht nämlich aus einer Anzahl kleiner Teilkolonien, die anscheinend ohne Zusammenhang zwischeneinander liegen. Wahrscheinlich verhält es sich so, daß diese Teilkolonien von einem dünnen Ausläufer auswachsen, nachdem dieser so lang gewachsen ist, daß die Absonderungsprodukte von der ursprünglichen Kolonie nicht hemmend wirken. Diese Teilkolonien sind von etwas unregelmäßiger Form, in der Hauptsache jedoch rund. Später werden sie ganz unregelmäßig, zuweilen sogar langgestreckt. Die Farbe ist grau, matt, zuweilen mit einer schwachen gelblichen Abstufung. Das Wachstum auf der Oberfläche ist das gleiche wie innen in der Gelatine. Unter dem Mikroskop sieht man, daß der Inhalt in der Kolonie und der Rand der Kolonie körnig ist. Die Kolonie wächst sehr langsam. Nach 20 Tagen waren die Teilkolonien wie ein Stecknadelkopf groß, und die ganze Kolonie war 2—3 mm im Durchmesser. Die Gelatine schmilzt schwach. Nach 20 Tagen war die Schmelzung deutlich wahrnehmbar. Die Gelatine schmilzt schalenförmig, der Rand ist gleichmäßig und die Schmelze, bis auf eine Trübung, die sich auf dem Boden der Schmelzschale absetzt, klar. Zuweilen sieht man, daß die äußersten Teilkolonien zuerst die Gelatine zu schmelzen beginnen. Nach 22 Tagen waren beinahe alle Teilkolonien mit der ursprünglichen Kolonie verschmolzen. Eine Haut bildet sich auf der Schmelze nicht, ebensowenig bilden sich riechende Zersetzungsprodukte. Nach 25 Tagen war der Durchmesser der Schmelzschale ungefähr 5 mm.

Das charakteristische Aussehen der Bakterienkolonien und ihr Verhältnis auf dieser Gelatine ermöglicht die Unterscheidung dieser Bakterie von anderen Sporenbildern. Ein weiteres Unterscheidungszeichen ist, daß die Kolonien auf Laktosegelatine eine Schmelze mit saurer Reaktion geben.

Laktoseagarplatte bei 37°[2]). Nach 1 Tag sind die Kolonien schleierartig, matt, durchsichtig, der Rand filzig gelockt, das Innere ebenfalls filzig oder geringelt. Die Kolonien erinnern etwas an Baumwollstückchen. Sie verbreiten sich unregelmäßig, der Inhalt wird körnig und die ganze Kolonie erhält ein geflicktes Aussehen. Teilweise sieht man auch unregelmäßig runde Kolonien (sekundäre), die mit einer kleinen „Brücke" mit der ursprünglichen Kolonie zusammenhängen. Teilweise sieht es auch so aus, als hingen diese neuen Kolonien gar nicht mit der Mutterkolonie zusammen. Das Verhältnis ist also ähnlich wie auf der Bakterienzählungsgelatine.

Fleischextraktpeptongelatinestiche. Nach 1 Tage konnte man ein schwaches Wachsen im Stichkanal beobachten. Nach 2 Tagen deutliche Schmelzung. Die Gelatine schmilzt zylindrisch. Die Schmelze ist trübe und mit Flocken angefüllt. Teile der ursprünglichen Kolonie schwimmen an der Oberfläche. Ein recht reichlicher, voluminöser Bodensatz bildet sich. Die Reaktion der Schmelze ist alkalisch. In dem Stichkanale selbst ist das Wachstum überhaupt schwach. Im untersten Teile des Stiches wächst der Bazillus körnig und bildet kleine, runde Kolonien von ungefähr der Größe eines Stecknadelkopfes. Nach 5 Tagen ist ungefähr ein 1 cm hoher Stich der Gelatine geschmolzen. Später kann man eine schlauchförmige Schmelzung im Stichkanal unter der ersten zylindrischen Schmelze wahrnehmen. Der schlauchförmige Teil ist mit einer weißen, grobflockigen Trübung angefüllt. Nach 40 Tagen war ein 2,5 cm hoher Stich geschmolzen. Anaërob gezüchtet, wächst der Bazillus bedeutend langsamer. Nach 2 Tagen ein schwaches, körniges Wachstum längs des Stiches und ein schwacher Belag auf der Oberfläche. Erst nach ungefähr 20 Tagen konnte man eine schwache Schmelzung beobachten, wobei die Gelatine schlauchförmig schmolz. Auf dem Boden der Schmelze finden sich reichlich Flocken. Nach 38 Tagen war die Schmelze ungefähr 2 mm im Durchmesser.

---

[1]) Dikaliumphosphat 2 g, Natriumchlorid 2,5 g, Magnesiumsulfat krist. 1 g, Glukose 10 g, Laktose 10 g, Pepton Witte 20 g, Gelatine 120 g, Wasser 1 l.

[2]) Wie die Laktosegelatine zusammengesetzt, nur statt der Gelatine 1,5 Proz. Agar.

Laktosegelatinestiche. Trichterförmige Schmelzung. Die Schmelze ist mit weißen Klumpen und Flocken angefüllt, die sich später am Boden der Schmelze sammeln. Anfänglich schnelles Wachsen, das aber nach einigen Wochen vollständig aufhört. Die Reaktion der Schmelze ist sauer. Nach 1 Monat ist eine ungefähr 2 mm hohe Schicht der Gelatine geschmolzen. Ausläufer vom Gelatinestich waren nicht wahrzunehmen. Anaërob wächst der Bazillus in Laktosegelatine auf dieselbe Weise wie aërob, jedoch schwächer.

Bakterienzählgelatinestiche. Der Bazillus wächst längs des Stiches mit körnigem Wachstum, jedoch nur bis zu ungefähr $2/3$ der Länge des Stiches. Auf der Oberfläche rings um den Stich finden sich kleine, zerstreute Kolonien, die an die auf den Bakterienzählgelatineplatten beobachteten Kolonien erinnern. Nach zweimonatiger Kultur läßt sich eine äußerst schwache Schmelzung wahrnehmen.

Laktoseagarstiche. Nach 2 Tagen bei 37° fand sich rings um den Stich ein rundes, mattglänzendes, weißes Gewächs. Nach weiterem 1 Tage konnte man eine Andeutung von konzentrischen Ringen, und 1 Tag darauf schwache radiäre Strahlen beobachten. Die Textur ist körnig, der Rand zuerst gleichmäßig, wird aber später körnig. Hierauf wird die Textur grobkörnig und zum Schlusse unregelmäßig ungleichmäßig. Die Konsistenz ist butterartig. Nach 9 Tagen war die Vegetation schwach gelblich und wurde dann allmählich dunkler, so daß sie nach $1\frac{1}{2}$ Monaten schokoladebraun war. Auch der Agar färbt sich schwach braun. Im Agarstiche nahe der Oberfläche finden sich grobe, kolbenartige Ausläufer. Nur auf Agar und Kartoffeln ist eine Färbung der Kolonien und des Kulturmediums wahrgenommen worden. Anaërob aufbewahrt, ist das Wachstum gleichartig, nur schwächer. Ebenso ist das Wachstum bei aërober Züchtung bei Zimmertemperatur langsamer.

Laktosegelatinestriche. Nach 1 Tage hatte sich ein gleichmäßig eingesunkener Strich gebildet. Der Schmelzrand war anfänglich gleichmäßig; später bildeten sich am Rande der Schmelze kurze, gerade, etwas körnige Haare.

Laktoseagarstriche bei 37°. Scharf begrenzte, weiße, fettglänzende Vegetation nach eintägigem Wachsen. Der Rand ist etwas erhaben. Das Kondenzwasser enthält eine flockige Trübung mit Bodensatz. Der Belag wird körnig, der Rand ebenso. Die Konsistenz ist butterartig. Nach 2 Tagen war das Kondenzwasser klar mit Bodensatz. Bei Zimmertemperatur ist das Wachstum das gleiche.

Kartoffeln. Bei 37° hatte sich nach 1 Tage ein grauweißer, matt fettglänzender Belag gebildet, der sich dann über die Oberfläche verbreitete. Nach weiter 1 Tage war die Vegetation stark glänzend, die Konsistenz körnig spröde. Am folgenden Tage war die Haut schmieriger, in die Kartoffeln eingesenkt und stark glänzend. Am nächsten Tage war die Farbe sehr schwach bräunlich, wurde aber später stark braunfarbig. Auch die Kartoffel nahm eine

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

bräunliche Farbe an, und an der Oberfläche kristallisierten kleine, farblose Kristalle aus. Die Konsistenz wurde gleichzeitig butterartiger. Das Kondenzwasser war klar mit Bodensatz.

Bei Zimmertemperatur bildete sich auf den Kartoffeln erst ein grauweißer, gleichmäßiger, etwas mattglänzender, scharf abgegrenzter, etwas körniger Belag, der am folgenden Tage deutlicher körnig und glänzender wurde. Am nächsten Tage nahm die Körnigkeit ab, der Glanz aber zu und die Konsistenz wurde etwas schleimig. Nach 9 Tagen begann die Vegetation, schwach bräunlich zu werden. Nach 12 Tagen bildeten sich auf der Oberfläche der Kolonie kleine, feine, glänzende, farblose Tropfen. Diese flossen teilweise zusammen und glichen beinahe kleinen Fettropfen. Die Oberfläche war später stark glänzend. Die Konsistenz war butterartig.

Mohrrüben. Weder bei 37°, noch bei Zimmertemperatur war ein Wachstum wahrnehmbar.

Bouillon[1]). Nach 1 Tage bei 37° war die Bouillon vollständig trübe mit mittelgroßem, flockigem Bodensatz. Nach noch 1 Tage begann die Bouillon, sich zu klären, und auf der Oberfläche schwammen Flocken, die bei der geringsten Erschütterung zu Boden fielen. Bei Zimmertemperatur war das Wachstum in der Hauptsache ein gleiches. An den Wänden des Freudenreich-Kolbens war ein recht reichlicher Belag wahrzunehmen. Die Reaktion war alkalisch gegen Phenolphtalein und Lackmus. 10 ccm Bouillon wurden nach 54 Tagen Wachstums durch 0,4 ccm n/10 Schwefelsäure (Phenolphtalein als Indikator) neutralisiert.

Laktosebouillon[2]). Bei 37° aufbewahrt, war die Bouillon anfänglich trübe mit mittelgroßem, feinflockigem Bodensatz. Später wurde die Bouillon klar. Es bildete sich keine Haut auf der Oberfläche. Die Reaktion ist gegen Lackmus sauer. Der Säuregrad (nach Thörner) war nach 55 Tagen 22. Bei Zimmertemperatur war das Wachstum dasselbe. Der Säuregrad war nach der gleichen Zeit 21.

Dextrosebouillon[3]). Das Wachstum ein gleiches wie in Laktosebouillon.

Malzextrakt. Es war kein Wachstum wahrnehmbar. Der Säuregrad des Malzextraktes war 54.

Heuinfus. Schwaches Wachstum. Etwas Flocken am Boden. Das Infus war klar, keine Haut.

Gärröhren mit 1 Proz. Laktose-, Dextrose- und Saccharosebouillon. In diesen war weder bei 37°, noch bei Zimmertemperatur eine Gasbildung wahrnehmbar.

Tryptophanflüssigkeit nach Zipfel. Sehr schwaches Wachstum sowohl bei 37° wie bei Zimmertemperatur. Bei Proben auf Indol nach Ehrlich war das Resultat ein negatives.

Milch. Nach 1 Tage bei 37° koagulierte die Milch, und wenn die Röhren etwas schräg stehen[4]), beginnt das Koagulum, sich sofort nach der Wand hin zusammenzuziehen, wo es haften bleibt. Das Koagulum zieht sich so kräftig zusammen, daß es nach ungefähr 1 Woche von der Dicke eines Bleistiftes ist; es ist ziemlich fest. In den ersten Tagen war die Molke nicht absolut klar, nach einigen Tagen klärte sie sich aber vollständig. Eine Haut bildete sich nicht. Die Molke und das Koagulum waren zuerst weiß, sie wurden aber allmählich gelbfarbig. Am Flüssigkeitsrande konnte man nach einiger Zeit eine gelbfarbige, körnige Vegetation beobachten. Noch nach 1 Monat sind die Bakterien in einer bei 37° aufbewahrten Milch am Leben. Der Geruch der Milch erinnert beinahe an saure Molke. Der Säuregrad der Milch war nach 57 Tagen 81.

---

[1]) Die Bereitungsart ist bei der Erwähnung der Fleischextraktpeptongelatine angegeben.

[2]) 1 Proz. Laktose.

[3]) 1 Proz. Dextrose.

[4]) Stehen die Röhren ganz lotrecht, so wird das Kasein nach unten zusammengezogen.

Bei Zimmertemperatur aufbewahrt, koaguliert die Milch erst nach 2 Tagen. Beim Koagulieren ist der Säuregrad 27. Das Koagulum zieht sich nicht sofort zusammen, sondern ist erst etwas flockig. Nach 3 Tagen war der Säuregrad 38. Am 4. Tage konnte man eine beginnende Zusammenziehung beobachten und am 5. Tage hatte sich schon Molke abgesondert, wobei der Säuregrad auf 57 gestiegen war. Erst am 7. Tage war das Kasein kräftig zusammengezogen. Am Rand der Molke fand sich eine gelbliche, körnige Vegetation. Der Geruch der Milch war sauer, molkenartig, der Geschmack stark bitter. Nach 55 Tagen war der Säuregrad 85. Nach einmonatiger Züchtung in Milch ist der Bazillus noch am Leben.

Bei 42° koagulierte die Milch erst nach 12 Tagen. Das Koagulum zog sich in einem Monat gar nicht zusammen. Nach 13 Tagen war der Bazillus tot.

Um zu ermitteln, wie schnell der Säuregrad beim Wuchse des Bazillus in Milch zunimmt, wurden 20 Milchproben zu 10 ccm mit einer Platinöse von einer Gelatinekultur geimpft und die Proben wurden sowohl bei Zimmertemperatur wie bei 37° verwahrt und dann nach einer gewissen Zeit titriert. Der ursprüngliche Säuregrad der Milch war 18 (nach Thörner).

Zunahme des Säuregrades bei den bei Zimmertemperatur aufbewahrten Milchproben.

Alter (Tage)	Säuregrad	Makrosk. Aussehen
1	20	Nicht verändert.
2	25	,, ,,
3	38	Koaguliert, nicht zusammengezogen.
4	50	,, etwas Molke abgesondert.
5	50	,, ,, ,, ,,
7	61	,, reichlich ,, ,,
8	60	,, zusammengezogen.
9	70	,, ,,
10	71	,, stark zusammengezogen.
11	71	,, ,, ,,

Zunahme des Säuregrades bei den bei 37° aufbewahrten Milchproben.

Alter (Tage)	Säuregrad	Makrosk. Aussehen.
1	40	Homogen koaguliert. Etwas Molke.
2	44	Zusammengezogen.
3	48	,,
4	52	,,
5	54	,,
7	60	,,
8	60	,,
9	66	,,
10	66	,,
11	64	,,

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

Die Milch koaguliert also bei ungefähr 40 Säuregraden, und das Koagulum beginnt dann, sich zusammenzuziehen, während der Säuregrad gleichzeitig steigt. Bei diesen Versuchen stieg er auf 71; in einer beinahe 2 Monate bei Zimmertemperatur verwahrten Probe war er aber auf 85 gestiegen. (Nach ungefähr 2 Monaten bei 37° war der Säuregrad auf 81 gestiegen.) Bei Zimmertemperatur[1]) steigt der Säuregrad erst langsamer, erreicht aber dann höhere Werte als bei 37°.

Die Fähigkeit des Bacillus coagulans, verschiedene Zuckerarten und Alkohole zu vergären.

Für den Versuch wurde eine mittels Strept. lactis zuckerfrei gemachte Bouillon angewendet. Die verschiedenen Zuckerarten und Alkohole wurden in 1 Proz. Lösung angewendet. Bei dem Versuche wurden 50 ccm der betreffenden Bouillon mit einer Öse von einer Gelatinekultur geimpft. Die Kolben wurden sowohl bei Zimmertemperatur, wie bei 37° verwahrt. Das Resultat, in die für die Neutralisierung von 100 ccm der betreffenden Bouillon erforderlichen ccm n/10 Natriumhydroxydlösung ausgedrückt, ist in der untenstehenden Tabelle zusammengestellt. Die Kulturen waren, als sie titriert wurden, 1 Woche alt.

	Zimmertemperatur	37°
Dextrose	7,8	9,4
Fruktose	6,5	9,9
Galaktose	4,4	8,8
Maltose	7,2	7,3
Saccharose	2,1	0,0
Laktose	7,7	9,3
Arabinose	1,1	1,0
Glyzerin	2,2	3,8
Mannit	1,4	1,7

Die einfachen Zuckerarten Dextrose, Fruktose und Galaktose vergären, Galaktose jedoch schwach, bei Zimmertemperatur. Die Disaccharide, Maltose und Laktose vergären kräftig. Saccharose wird nicht angegriffen. Ebensowenig wird die Pentose und Arabinose angegriffen. Von den untersuchten Alkoholen wird nur das Glyzerin schwach und anscheinend nur bei 37° angegriffen.

Der Übersichtlichkeit wegen ist das Resultat nochmals in der untenstehenden Tabelle zusammengestellt, wobei + Gärung, — keine Gärung bezeichnet.

	Zimmertemperatur	37°
Dextrose	+	+
Fruktose	+	+
Galaktose	+	+
Maltose	+	+
Saccharose	—	—
Laktose	+	+
Arabinose	—	—
Glyzerin	—	±
Mannit	—	—

---

[1]) Die Versuche wurden im Sommer ausgeführt bei einer Temperatur von 20—23°.

Die Widerstandskraft des **Bacillus coagulans** bei Erhitzung in Milch auf verschiedene Temperaturen und zu verschieden langer Zeit.

Zur Ermittlung der Widerstandskraft des Bazillus gegen Erhitzung, wenn er, in steriler Milch aufgeschlämmt, der Wärme ausgesetzt wird, wurden Proberöhren mit 10 ccm Milch mit einer Öse von einer bei Zimmertemperatur verwahrten Kartoffelkultur geimpft. (In dieser finden sich reichlich Sporen.) Die Milchröhren wurden in ein kochendes Wasserbad gestellt und jede halbe Stunde wurde eine Röhre herausgenommen, wobei die Zeit von dem Zeitpunkte berechnet wurde, wo das Thermometer in einer Kontrollröhre auf 99 bis 100° zeigte. Die Milchröhren wurden dann nach ihrer Abkühlung bei 37° verwahrt. Hierbei zeigte sich, daß nur in der nur ½ Stunde auf 100° erhitzten Röhre Wachstum eintrat. Nach 2 Tagen wurde die charakteristische Zusammenziehung beobachtet. Die 6 anderen Röhren waren noch nach 14 Tagen steril.

Bei einem anderen Versuche wurden zwei 1 Tag alte, bei Zimmertemperatur aufbewahrte, nicht koagulierte Milchröhren (in den Röhren war eine sehr kräftige Vegetation) eine halbe Stunde auf 108° erhitzt. Beide Röhren waren vollständig steril. Offenbar überleben die Sporen höchstens ½ Stunde Erhitzung auf 100°. Sie sind also nicht sehr thermoresistent.

Untersuchung der durch den **Bac. coagulans** verursachten Veränderungen bei Milch.

1. Magermilch.

4 Proben sterilisierter Magermilch wurden mit 4 ccm pro Liter aus einer 1 Tag alten Milchkultur des Bazillus geimpft. Die eine Hälfte der Proben wurde bei 37°, die andere bei Zimmertemperatur verwahrt. Für jede Serie war eine Kontrollprobe vorhanden. Nach 1 Tage bei 37° war die Milch koaguliert. Die bei Zimmertemperatur verwahrte Milch koagulierte dagegen erst nach 2 Tagen. Die Kulturen wurden nun täglich umgeschüttelt und nach 14 Tagen analysiert. Durch Impfung in Milch und Laktosegelatine sowie durch Mikroskopierung wurde festgestellt, daß die Kulturen rein und die Kontrollkolben steril waren. Dann wurde mit Wasser bis zum ursprünglichen Gewicht aufgefüllt und das Koagulum dann abfiltriert. Im Filtrat fiel bei Zusatz von etwas Essigsäure nichts aus. Das erhaltene Filtrat war recht kräftig gelbfarbig und hatte einen schwach sauren, an saure Molke erinnernden, jedoch gleichzeitig etwas unreinen Geruch. Das Filtrat war bis auf eine schwache Opaleszenz klar. Im Filtrat wurden der Säuregrad, das spezifische Gewicht, der Milchzucker, der lösliche Stickstoff, Amino- und Ammoniakstickstoff bestimmt. In den Kontrollkolben wurden dieselben Stoffe, wie in den Kulturen, sowie außerdem der Gesamtstickstoff bestimmt. Das Serum in den Kontrollkolben wurde, wie gewöhnlich, durch Zusatz von Essigsäure erhalten. Der Säuregrad wurde nach Thörner, der Stickstoff nach Kjeldahl, der Milchzucker gewichtsanalytisch nach Scheibes Modifikation der Soxhletschen Methode und der Aminostickstoff nach van Slyke bestimmt. Behufs Korrigierung des durch die Kaseïnfällung verursachten Fehlers wurde nach Orla-Jensen mit $^{97}/_{100}$ multipliziert.

Das Resultat der Analysen geht aus folgenden Tabellen hervor.

Der Zucker vergärt also bei 14tägiger Züchtung bei Zimmertemperatur auf ungefähr ¼, bei 37° aber etwas schwächer. Die Eiweißstoffe der Milch werden recht kräftig peptonisiert, so daß sich nach 14 Tagen ungefähr die Hälfte des Gesamt-N in löslicher Form vorfindet. Der Bacillus coa-

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

gulans bildet reichlich Aminosäuren, aber relativ wenige Ammoniakverbindungen. Auch hierbei sind die Veränderungen bei Zimmertemperatur größer als bei 37°, wenn der Unterschied auch recht unbedeutend ist.

	Säuregrad beim Serum	Spez. Gewicht beim Serum	Milchzucker	
			gefunden	in % des ursprünglichen Zuckergehaltes vergärt
Kontrolle	15 1)	1,0297	4,80	—
Kultur 1 (37°)	53	1,0222	4,19	12,70
„ 2 („)	54	1,0224	4,07	15,20
„ 1 (Zimmertemperatur)	63	1,0225	3,53	26,25
„ 2 („)	66	1,0228	3,67	23,54

	Gesamt-N %	Lösliches N %	Amino-N %	Ammoniak-N %
Kontrolle	0,5094	0,0541	0,0036	0,0074
Kultur 1 (37°)	—	0,2440	0,0523	0,0186
„ 2 („)	—	0,2405	0,0570	0,0149
„ 1 (Zimmertemperatur)	—	0,2387	0,0584	0,0126
„ 2 („)	—	0,2556	0,0664	0,0134

Lösliches, Amino- und Ammoniak-N in Proz. des Gesamt-N im Kontrollkolben.

	Gefunden			Gebildet		
	L. N	Amino-N	NH_4-N	L. N	Amino-N	NH_4-N
Kontrolle	10,64	0,72	1,47	—	—	—
Kultur 1 (37°)	47,95	10,27	3,65	37,31	9,55	2,18
„ 2 („)	47,22	11,19	2,93	36,58	10,47	1,46
„ 1 (Zimmertemperatur)	46,86	11,47	2,47	36,24	10,75	1,00
„ 2 („)	50,17	13,04	2,64	39,53	12,32	1,17

In dem Kolben bildet sich außerdem ein wenig Alkohol, der mit Jod und Natronlauge nachgewiesen wurde, wobei typische Jodoformkristalle und Jodoformgeruch erhalten wurden. Indol konnte mittels Ehrlichs Probe nicht nachgewiesen werden.

Der nach Ausführung der Analysen übriggebliebene Teil des Filtrates wurde zusammengegossen, mit einem Überschuß Phosphorsäure angesäuert und unter gewöhnlichem Druck mit Wasserdampf destilliert. Zusammen wurden 875 ccm des Filtrates der Destillation unterzogen, und 3,4 l Flüssigkeit (4 l pro 1 l der ursprünglichen Menge) wurden abdestilliert. Der Destillationsrest im Kolben wurde gleichzeitig auf ungefähr $^2/_3$ des ursprünglichen Volumens eingedämpft. Das Destillat wurde durch 100 ccm n/10 NaOH neutralisiert. Das Destillat wurde eingedämpft, wobei eine auch in Wärme schwer lösliche, braune Substanz ausfiel. Diese wurde abfiltriert und das Filtrat, das eine alkalische Reaktion angenommen hatte, wurde mit etwas verdünnter Salpetersäure (Lackmus als Indikator) neutralisiert. Hierbei fiel weiter eine braune Substanz aus, die wieder abfiltriert wurde. Dem jetzt erhaltenen Filtrat wurde normale Silbernitratlösung zugesetzt und das Silber-

---

1) Bei der ursprünglichen Milch.

salz wurde so gefällt, daß zusammen 5 Fraktionen erhalten wurden. Die erste Fraktion wurde sofort schwarz (Ameisensäure?). Die folgenden Rohfraktionen wurden durch Aufschlämmung in Alkohol und Absaugung gereinigt, wonach sie bei 42° getrocknet wurden. Der Silbergehalt in diesen Fraktionen 2—5 war 64,21, 63,44, 59,79 und 65,42 Proz.[1]).

Diese Zahlen deuten zunächst auf das Vorkommen von Essigsäure hin, was weiter dadurch bestärkt wird, daß die gewöhnlichen qualitativen Proben auf Essigsäure ein positives Resultat gaben. Der Essigsäuregehalt war ungefähr 0,07 Proz.

Der Destillationsrest wurde im Perforator 6 Stunden lang mit Äther extrahiert. Nach der Abdunstung des Äthers blieb ein braungefärbtes Öl zurück, das nach wiederholter Lösung in Äther und Trocknen derselben zur Fortschaffung der mitextrahierten Phosphorsäure in n/10 NaOH gelöst wurde. Ein kleiner, fester Rest wurde abfiltriert und das Silbersalz der Säure durch Zusatz normaler Silbernitratlösung hergestellt. Der Silbergehalt war 56,04, aber die qualitativen Proben auf Milchsäure nach Uffelmann und nach Fletscher-Hopkins gaben ein deutlich negatives Resultat.

Behufs weiterer Ermittlung, welche Säuren gebildet werden, wenn der Bacillus coagulans den Zucker vergärt, wurde ein neuer Versuch mit 6 l Magermilch angeordnet. Die Kultur wurde, wie gewöhnlich, vor der Untersuchung 14 Tage aufbewahrt. Der Säuregrad, das spezifische Gewicht und die Milchzuckermenge wurden mit dem unten angeführten Resultate bestimmt:

	Säuregrad	Spez. Gewicht	Milchzucker	
			gefunden	in % des ursprünglichen Zuckergehaltes vergärt
Kontrollkolben	19	1,0326[2])	4,58	—
Kulturkolben	56	1,0283[3])	4,12	10,04

Dieses Mal sind bedeutend kleinere Mengen Zucker vergärt worden, wahrscheinlich, weil die Zimmertemperatur etwas niedriger als bei den früheren Versuchen war.

Das Filtrat der Kaseïnfällung wurde mit Natronlauge neutralisiert und auf ungefähr 1 l Volumen eingedampft. Dann wurde mit Phosphorsäure in so großer Menge angesäuert, daß alle eventuell gebildeten Säuren mit Sicherheit entbunden wurden. Hierauf wurde mit Wasserdampf im Vakuum nach Weldes Verfahren destilliert. Die Flüssigkeit schäumte hierbei so stark, daß der Druck nicht auf niedriger als 40—60 mm Hg heruntergepreßt werden konnte. Solange merkbare Mengen Säure überdestillierten, wurde die Destillation fortgesetzt. Das Destillat von 4970 ccm des Filtrates wurde durch 133,7 ccm n/10 NaOH neutralisiert. Das Destillat wurde nach der Neutralisation eingedämpft. Der Rest gab die gewöhnlichen Essigsäurereaktionen. Aus einem Teil des eingedämpften Destillates wurde der Silbergehalt mit normaler Silbernitratlösung gefällt. Alle Fraktionen waren, bevor noch die Proben getrocknet waren und die Analysen ausgeführt werden konnten, etwas gedunkelt. Der Silbergehalt in den 4 erhaltenen Fraktionen wechselte von 68,05 bis 68,74 Proz.[1]). Die Analysen ergaben, daß nur eine Säure überdestilliert ist. Daß diese Säure die Essigsäure ist, ist unzweifelhaft, denn hierauf deuten die qualitativen Proben und die früheren Analysen hin. In diesen letzteren Analysen ist der Silbergehalt zu hoch, was dadurch verursacht sein dürfte, daß das Salz sich zum Teil, vor Ausführung der Analysen, zersetzt hatte. Der Destillationsrest wurde mit Äther im Scheidetrichter extrahiert. Der Äther wurde abdestilliert und im Rest wurde qualitativ auf Milchsäure nach Fletscher-Hopkins und nach Uffelmann geprobt. Das Resultat war negativ.

---

[1]) Beim Silberacetat ist der Ag-Gehalt 64,7 Proz.

[2]) Bei der ursprünglichen Milch.

[3]) Beim Serum.

Da der Destillationsrest mit Äther sehr beschwerliche Emulsionen gab, war eine effektive Extrahierung einer eventuell gebildeten Bernsteinsäure unmöglich. Ebensowenig konnte in dem Destillationsrest Bernsteinsäure mit Bariumhydrat gefällt werden, da das Filtrat ja mit Phosphorsäure angesäuert war. Deshalb wurde in der Weise auf Bernsteinsäure untersucht, daß dem ursprünglichen, nicht angesäuerten Filtrat Bariumhydrat zugesetzt wurde. Das hierbei Ausgefallene wurde abfiltriert, mit Wasser gewaschen und dann in eine Porzellanschale übergeführt, wo es mit Salpetersäure angefeuchtet wurde, die dann im Wasserbade abgedunstet wurde. Der zurückgebliebene Rest wurde mit Äther extrahiert, der Äther abdestilliert, und im Rest wurde mittels der Pyrrolreaktion auf Bernsteinsäure geprobt. Hierbei erhielt ich ein deutliches positives Resultat.

Der im Äther nicht gelöste Teil der mit Salpetersäure behandelten Barytfällung muß eventuell gebildete Oxalsäure enthalten. Die Proben auf Oxalsäure gaben jedoch ein negatives Resultat.

Bei der Vergärung des Milchzuckers bilden sich also wenigstens Essigsäure und Bernsteinsäure. Milchsäure und Oxalsäure bilden sich nicht.

Kulturversuche in Vollmilch.

Um feststellen zu können, ob der Bacillus coagulans das Fett der Milch angreift, wurden Kulturversuche mit steriler Vollmilch bei 37° angestellt. Nach 24 Tagen wurde die Kultur untersucht. Das Koagulum wurde abfiltriert, bei Zimmertemperatur etwas getrocknet und dann mit Äther extrahiert. Der Äther wurde abdestilliert und das Fett durch Filtrierung von Wasser befreit. Der Säuregrad des Fettes war 16,5. Der Säuregrad des aus dem Kontrollkolben extrahierten Fettes war dagegen 2,90. Offenbar hat der Bacillus coagulans das Fett der Milch angegriffen, wenn auch die Möglichkeit nicht ausgeschlossen ist, daß die Zunahme des Säuregrades von Säuren herrühren könnte, die sich bei der Zersetzung des Zuckers oder der Eiweißstoffe gebildet haben. In Versuchen, die mit teilweise reinem, sterilem Fett, teilweise mit reinen, sterilen Fettsäuren nach Rahns Methode und mit den von Rahn angewendeten Lösungen angestellt wurden, war kein Angegriffensein des Fettes bzw. der Fettsäuren wahrnehmbar; diese Lösungen scheinen aber dem Bacillus coagulans keine genügend günstigen Bedingungen darzubieten, denn die Vegetation in den Kolben war äußerst schwach.

Kulturversuche in mit Kreide versetzter Magermilch.

Um zu ermitteln, ob der Bacillus coagulans sich in Milch, die behufs Neutralisierung der von dem Bazillus erzeugten Säure mit Kreide versetzt war, sich anders verhält, wurden 300 ccm Magermilch + 30 g Kreide mit 2 ccm einer 1 Tag alten Milchkultur des Bazillus geimpft. Die Milch wurde bei 37° aufbewahrt. Nach 1 Tage koagulierte sie. Sie wurde dann täglich umgeschüttelt. Nach 14 Tagen wurde sie, nachdem festgestellt war, daß die Kultur rein und der Kontrollkolben steril war, analysiert. Bei der Untersuchung wurde so verfahren, wie früher bei der Schilderung der Kulturversuche in Milch angegeben worden ist. Das Analysenresultat war folgendes:

---

[1]) Für das Silberacetat berechnet man den Ag-Gehalt auf 64,7 Proz.

	Säuregrad	Spez. Gewicht beim Serum	Milchzucker	
			gefunden	in % des ursprünglichen Zuckergehaltes vergärt
Kontrollkolben	9,0	1,0278	4,55	—
Kulturkolben	60,0	1,0342	4.00	12,09

Der Säuregrad des Kulturkolbens war hoch, und doch war noch reichlich Kreide vorhanden. Der Zucker vergärt bei Zusatz von Kreide nicht kräftiger.

	Gesamt-N %	Lösliches N %	Amino-N %	Ammoniak-N %
Kontrolle	1,4766	0.0595	0,0044	0,0099
Kultur		0,3367	0,0909	0,0146

Lösliches, Amino- und Ammoniak-N in Proz. des Gesamt-N im Kontrollkolben.

	Gefunden			Gebildet		
	L. N	Amino-N	NH_3-N	L. N	Amino-N	NH_4-N
Kontrolle	12,48	0,92	2,08	—	—	—
Kultur	70,64	19,08	3,08	58,16	18,16	1,00

Bei Anwesenheit von Kreide tritt also eine stärkere Peptonisierung ein und es bilden sich größere Mengen lösliches und Amino-N, als bei der Züchtung des Bazillus in Milch ohne Zusatz von Kreide.

Kulturversuche in mit Kreide versetzter Dextrosebouillon.

Eine auf die gewöhnliche Weise bereitete Bouillon (500 ccm) mit Zusatz von ungefähr 1 Proz. Dextrose und Kreide in etwas Überschuß wurde mit 5 ccm einer 1 Tag alten Bouillonkultur des Bazillus geimpft. Dieselbe wurde bei 37° aufbewahrt und nach 14 Tagen mit folgendem Resultat untersucht:

	Säuregrad	Spez. Gewicht	Milchzucker	
			gefunden	in % des ursprünglichen Zuckergehaltes vergärt
Kontrolle	1,0	1,0085	0.80	—
Kultur	18,7	1.0115	0,00	100,0

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

Auch hier hatte die Kultur einen hohen Säuregrad, trotzdem noch reichlich Kreide vorhanden war. Daß bei der Titrierung keine Kohlensäure titriert wurde, geht daraus hervor, daß der Säuregrad der Lösung nicht nennenswert abnahm, wenn sie vor der Titrierung gekocht wurde.

Untersuchung der sich bei der Vergärung der Dextrose bildenden Spaltungsprodukte.

4 l ungefähr 2,5 proz. Dextrosebouillon wurden mit 10 ccm einer 1 Tag alten Bouillonkultur geimpft. Die Kolben wurden 14 Tage bei Zimmertemperatur verwahrt und dann, nachdem festgestellt war, daß sie rein waren, untersucht. Das Analysenresultat war:

	Säuregrad	Spez. Gewicht	Dextrose[1])	
			gefunden	in % des ursprünglichen Zuckergehaltes vergärt
Kontrolle	8,5	1,0153	2,45	—
Kultur	18,0	1,0154	2,28	8,06

Die Vergärung war schwächer, als bei früheren Versuchen, wo Kreide zugesetzt und die Kultur bei 37° aufbewahrt worden war. Daß das spezifische Gewicht bei dem Kontroll- und dem Kulturkolben gleich war, beweist, daß nichts in Gasform fortgegangen ist.

Die filtrierte Kulturflüssigkeit wurde nach der Neutralisierung eingedämpft. Bei der Neutralisierung fällt ein voluminöser Niederschlag aus. Dann wurde mit Wasserdampf im Vakuum destilliert. Das Destillat von 3750 ccm wurde durch 76,9 ccm n/10 Natronlauge neutralisiert. Die überdestillierte Säure erwies sich als Essigsäure. Bernsteinsäure wurde mit der Pyrrolreaktion, die kräftig positiv war, nachgewiesen. Oxalsäure fand sich nicht, ebensowenig Milchsäure.

Versuche, den Bac. coagulans in Milch und in sterilisiertem Rahme zu finden.

Um zu ermitteln, ob der oben beschriebene Bazillus sich eventuell öfter in Milch findet, wurden einige Versuche gemacht, ihn in sterilisierten Rahm und in, in Milchläden in Stockholm gekaufter und dann im Laboratorium verschieden lange auf verschiedene Temperaturen erhitzter Vollmilch wiederzufinden.

Zusammen wurden 20 sterilisierte Rahmproben[2]), die in verschiedenen Milchgeschäften in Stockholm gekauft worden waren, untersucht. Von diesen Proben waren 17 noch nach dreiwöchentlicher Aufbewahrung bei 37° steril. In den Proben, die sich zersetzt hatten, waren hauptsächlich Heubazillen ausgewachsen. Später wurden noch 4 schon verdorbene Proben gekauft. Auch in diesen waren keine anderen als Heubazillen anzutreffen. Bei der Untersuchung auf das Vorkommen des Bac. coagulans wurde so verfahren, daß die zersetzte Sahne, um beobachten zu können, wie die Milch sich verändert, in steriler Milch geimpft wurde. Gleichzeitig wurde in sog. Bakterienzählgelatine und in Laktosegelatine verbreitet.

---

[1]) Mit Bleiessig geklärt. Zuckergehalt nach Allihn bestimmt.

[2]) Die Proben stammten von 2 verschiedenen Molkereien.

Beim Suchen nach dem Bazillus in Vollmilch wurde die Milch auf folgende Weise erhitzt:

a)	9	Proben	½	Stunde auf	108°
b)	10	,,	½	,, ,,	104°
c)	10	,,	½	,, ,,	100°
d)	10	,,	10	Min. ,,	100°.

Nach Beendigung der Erhitzung wurden die Proben abgekühlt und dann bei 37° verwahrt. Das Resultat war folgendes:

a) Nach 3 Wochen bei 37° waren die Proben steril.

b) Nach 3 Wochen waren 3 Proben steril. In den zersetzten Proben fanden sich ausschließlich peptonisierende, subtilis artige Bazillen.

c) Von diesen war 1 Probe nach 3 Wochen steril. In 5 Proben fanden sich peptonisierende Bazillen und in 4 Proben befand sich ein Bazillus, der die Milch unter schwach saurer Reaktion und unter Bildung eines schleimigen Koagulums sowie einer kräftigen Haut koagulierte. Er wurde jedoch nicht eingehender untersucht.

d) In 4 Proben trat Buttersäuregärung ein. In den anderen wurden denen unter c) angegebenen ähnliche Bazillen angetroffen.

Der Bac. coagulans war also weder in der Milch, noch in dem Rahm wiederzufinden; es ist also auch unsicher, woher er in die zur Untersuchung eingesandten Rahmproben gelangt ist.

Zusammenfassung.

Aus sterilisiertem, verdorbenem Rahm wurde ein Bac. coagulans genannter, sporenbildender, mit peritrichen Zilien versehener, fakultativ anaërober Bazillus isoliert. Dieser Bazillus koaguliert die Milch bei schwach saurer Reaktion in sehr charakteristischer Weise, wonach das Koagulat unter Bildung von Peptonen und Aminoverbindungen peptonisiert wird. Von den untersuchten Zuckerarten vergärten Dextrose, Fruktose, Galaktose, Maltose und Laktose. Bei der Vergärung der Laktose und der Dextrose bilden sich wenigstens Essigsäure und Bernsteinsäure. Milchsäure und Oxalsäure bilden sich nicht. Das Fett der Milch wird offenbar etwas angegriffen. Auf Fleischextraktpepton- und Laktosegelatine schmilzt die Gelatine; auf sog. Bakterienzählgelatine schmilzt sie nur langsam.

Dieser Bazillus war in verdorbenem, sterilisiertem Rahm und auch in der gewöhnlichen Handelsmilch nicht wiederzufinden.

Nachdruck verboten.

Bildungsabweichungen des Lagers von Parmelia physodes (L.) Ach. Bitt.

Von Prof. Dr. **E. Bachmann.**

Mit 9 Textfiguren.

Von allen älteren Lichenologen wird die große Mannigfaltigkeit und Abänderungsfähigkeit des Lagers unserer gemeinsten Laubflechte, der Parmelia physodes, hervorgehoben. Wallroth (1827. II. S. 181 bis 188) bespricht ihre wichtigsten Formen unter dem Kapitel „Die Metamorphis zur Aufblähung" und erwähnt als letzte Abänderung das fein punktierte Aussehen, das alle vorher angeführten Gestalten als Folge der Einwirkung eines Pilzes (ebenda, S. 188) annehmen könnten, sieht demnach die Gestaltveränderungen selbst nicht als Pilzwirkung an. Zukal (1896. S. 62) hingegen betrachtet als Ursache „habitueller Veränderungen" des Lagers, teils Schmarotzerpilze, teils extreme äußere Lebensbedingungen. Ganz besonders soll „das trockene Klima Chiles, Australiens und Afrikas die Hervorbringung von Deformationen und Hypertrophien begünstigen".

Beispiele dieser beiderlei Mißbildungen habe ich auf Parmelia physodes entwicklungsgeschichtlich untersuchen können, Pilzgallen aus Litauen, pilzfreie Gewebewucherungen aus der Schweiz und dem Erzgebirge.

Daß pilzliche Flechtenschmarotzer auffallende Thalluswucherungen herbeiführen können, ist durch verschiedene Forscher, zuletzt durch Kotte (1909. S. 74 ff.) bekannt geworden. Von Cetraria glauca (L.) Ach. beschreibt er die durch Abrothallus cetrariae hervorgebrachten kugel- bis blumenkohlförmigen, hohlen Gallen, lenkt aber sein Augenmerk mehr auf die Charakteristik des die Krankheit verursachenden Pilzes, als auf die Veränderungen, welche der Wirt unter dessen Einwirkung allmählich erleidet.

I.

Eine Pilzgalle, ähnlich der von ihm beschriebenen, habe ich auf sterilen Lagerlappen von Parmelia physodes, die von Herrn Dr. Fr. Bachmann im Hochwalde von Woltschuny am Naroczsee (200 m Meereshöhe) gesammelt worden sind, gefunden. Wie Fig. 1 zeigt bildet sie rundliche Höcker, die vereinzelt, meist aber dicht geschart und in unregelmäßiger Anordnung über die ebene und glatte Lageroberfläche ausgebreitet stehen. Die größten sehen braun aus, haben 1—1,25 mm Durchmesser, sind am Grunde in der Regel etwas eingeschnürt und haben dann geradezu Kugelform, bei fehlender Einschnürung mehr Domform. Größere oder kleinere Abweichungen von diesen Normalgestalten werden durch grübchen- bis rinnenförmige Vertiefungen in der ursprünglich glatten Oberfläche hervorgerufen.

Um die inneren Veränderungen, die das Lager mit dem Auftreten dieser Gebilde erleidet, zu verstehen, ist es notwendig, seinen normalen Bau kennen zu lernen. Durch die grundlegenden Untersuchungen Bitters sind zwar genaue Angaben hierüber mit zahlenmäßigen Grenzwerten bekannt geworden. Aber diese gehen soweit auseinander und stimmen bei meinen 3 Exemplaren aus der russischen Tiefebene, von den Schweizer Bergen und dem deutschen Mittelgebirge so wenig überein, daß es sich nicht umgehen läßt, die Beschreibung des Lagerbaues zu wiederholen.

Bei der litauischen Flechte ist die oberseitige Rinde von einer 4 bis 7 μ dicken farblosen Epinekralschicht bedeckt, die manchmal in zarter, der Oberfläche parallel gehender Strichelung den ehemaligen Zellbau ahnen läßt, manchmal aber auch völlig homogen aussieht. Die darunter befindliche Schicht ist 9,5—12 μ, stellenweise sogar 20—22 μ dick und besteht aus mehreren Lagen sehr dickwandiger, lückenlos vereinigter Zellen. Nur an den dünnsten Punkten ist sie einschichtig. Das 1 μ, selten 2 μ weite Lumen enthält Protoplasmareste, denn nach Anwendung des Heidenhainschen Färbungsverfahrens hebt es sich als schwach graublauer Punkt oder Strich von seiner farblosen Umgebung, der innersten Membranlamelle, ab. Diese wieder ist von einer durch Einwirkung des Hämatoxylins schiefergrau gewordenen Außenlamelle umgeben, die an den Berührungsstellen von 3 oder mehr Zellen unmerklich in die höchstens etwas dunkler gefärbte Interzellularsubstanz übergeht. Der Durchmesser dieser Zellen steigt von 4 bis zu 7 μ.

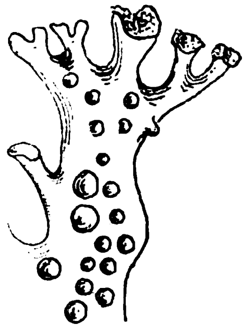


Fig. 1. Ein Lagerlappen von Parmelia physodes aus Litauen mit Pilzgallen. 3/1.

Unterhalb der Rinde liegt die sehr lückenreiche Gonidienschicht. Sie reicht stellenweise nur bis 33, anderwärts bis 56 μ Tiefe hinab, besitzt demnach eine eigene Mächtigkeit von 20—40 μ, ist selten mehr als 2-, mancherorts nur 1schichtig, mit einem Wort, recht dürftig entwickelt. Der Durchmesser der Algenzellen übersteigt nie 9,5 μ, wovon 7—7,5 μ auf den Protoplast kommen. Sie sind von kurzgliedrigen Hyphen nie allseitig bedeckt. Die Lücken zwischen ihnen werden durch langgliedrige, 3—5 μ dicke Verbindungshyphen überbrückt, aber so wenig zahlreich, daß in einem 5 μ dicken Mikrotomschnitt reichlich 50 Hundertteile des in der Gonidienschicht abschätzbaren Flächenraumes auf die Lücken entfallen.

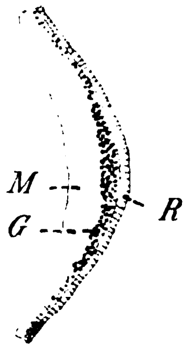


Fig. 2. Querschnitt durch eine Pilzgalle im jüngsten Zustand: M = Mark, G = Gonidienschicht, R = Rinde. 36/1.

Das Mark, ein noch lückenreicherer Hyphenfilz, ist 70,5 bis 94 μ mächtig und besteht aus Hyphen von 3—5 μ Dicke, deren Zellen bis 20 μ lang sind und in ihrem engen Lumen Protoplasma führen. Die Wände der dickeren Hyphen sind deutlich 2schichtig, aber in Innen- wie Außenlamelle farblos. Enge des Lumens, Dickwandigkeit, Zweischichtigkeit der Wand, Farblosigkeit zeichnet demnach die Markhyphen von Parmelia physodes aus. Dazu kommt noch die Unfähigkeit, Hämatoxylin und Methylgrün, dieses in essigsaurer Lösung, in sich aufzuspeichern. Selbst bei 48—72stündigem Verweilen in Methylgrünessigsäure[1]) bleiben ihre Wände farblos, wogegen sich alle Protoplasten, vor allem die der Gonidien, bläulich färben.

Die in Wellenform auf- und absteigende unterseitige Rinde ist nur 8,8 bis 12,7 μ dick und enthält 3 bis 4 Schichten sehr kleiner, rundlicher Zellen mit punktartig engem, plasmaführendem Lumen, farbloser, sehr dünner Innenmembranschicht und stark entwickelter, brauner Interzellularsubstanz. Sie nimmt bei 2tägigem Liegen in Methylgrünessigsäure deutlich olivengrüne Färbung (die Mischung aus der eigenen Farbe und der des Anilinfarbstoffes) an, ebenso wie die anhaftenden Markhyphen. Hierdurch unterscheiden sich diese wenigen, mit der unterseitigen Rinde in Verbindung bleibenden Hyphen von den farblosen unterhalb der Gonidienschicht, stimmen aber mit den von der Oberseite her eindringenden Hyphen des Schmarotzerpilzes überein. Seine Membranen speichern den Farbstoff mit grünblauer, seine Protoplasten mit blauer Farbe und erlauben deshalb, sie neben den Flechtenkomponenten zu erkennen.

---

[1]) In 1proz. Essigsäure wird soviel Methylgrün gelöst, daß die Flüssigkeit in 4 cm dicker Schicht (100-g-Flasche im Querschnitt) mit blauer Farbe gut durchsichtig erscheint.

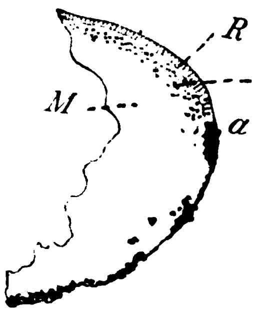


Fig. 3. Querschnitt durch eine Pilzgalle mittleren Alters, deren Rinden- und Gonidienschicht zwischen a und b zerstört sind. 36/1.

Die Wirkungen des Pilzes sind teils Reiz-, teils zerstörende. Jene sind mit bloßem Auge als bis zur Kugel- und Domform ansteigende Anschwellungen der oberseitigen Rinde erkennbar. Querschnitte durch verschiedene Alterszustände, bei schwacher Vergrößerung untersucht (Fig. 2, 3, 4), lehren jedoch, daß außer der Rinde auch noch die Gonidienzone und der farblose Teil des Markes an Mächtigkeit bedeutend zunehmen. So beträgt in dem durch Fig. 2 veranschaulichten jüngsten Zustand die Gesamtmächtigkeit 173 μ, die der Rinde 23, der Gonidienzone 37, der Markschicht 113 μ, im zweiten Stadium (Fig. 3) 472, 47, 62, 363, im letzten (Fig. 4) 623, 37,6, 51,7, 534 μ gegen 142,75, 16, 44,5, 82,25 μ beim gesunden Thallus. Die unterseitige Rinde und die mit ihr verwachsenen bräunlichen Markhyphen bleiben von allen Pilzwirkungen verschont.

Hierbei erfährt die vom Pilz befallene Stelle eine beträchtliche Volumen- und Massenzunahme. Denn erstens findet eine Flächenvergrößerung statt. Nimmt man an, daß sich über einer kreisförmigen Fläche von 1 mm Durchmesser die Galle genau halbkugelig erhebe, so verhält sich deren Oberfläche zu ihrer Grundfläche wie 1,57 qmm : 0,785 qmm. Rechnet man die Gesamtmächtigkeit von Rinde + Gonidienzone im gesunden Lager zu 44,5 μ, in der reifen Galle zu 109 μ, so verhalten sich ihre Volumina ungefähr wie 5 : 1; wenn man das Mark mitrechnet, wie 11,5 : 1. Diese Unterschiede sind für kugel- oder domförmige Gallen noch viel größer.

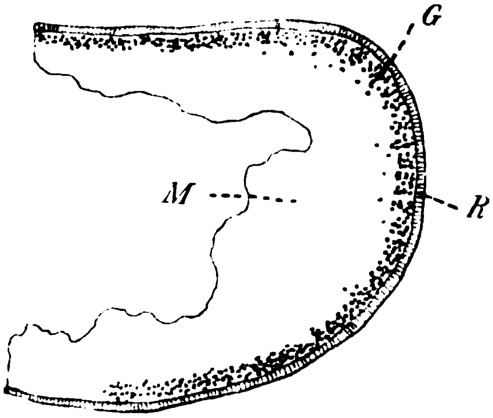


Fig. 4. Querschnitt durch eine Pilzgalle des ältesten Stadiums, in dem Rinde und Mark vollständig durch die Hyphen des Schmarotzerpilzes verdrängt sind. 36/1.

Einen Erklärungsgrund für so bedeutende Volumenzunahme ergibt die Betrachtung der Gonidienschicht: Bei mikroskopischer Untersuchung von Mikrotomschnitten fallen als zweite Reizwirkung des Schmarotzerpilzes das enorme Wachstum und die lebhafte Teilungstätigkeit der Gonidien ins Auge. Durchmesser bis zu 16 μ sind bei kreisrunden Formen nicht selten, bei länglichrunden 16 × 13,5 μ, was im gesunden Lager nie beobachtet wird. Noch häufiger als diese Riesengonidien sind Gruppen von 3, 4 und 5 Algenzellen, die so nahe bei einander liegen, daß ihre Entstehung aus einer Mutterzelle eben erst vor sich gegangen sein kann, oder ihre trennenden Scheidewände haben schon die Dicke der gemeinsamen Außenwand der Zellgruppe erreicht, oder endlich, es treten bereits einzelne Pilzhyphen im Innern der Gruppe, zwischen den Algen auf, bis diese zuletzt von jenen aufs innigste und allseitig umsponnen erscheinen. Die Durchmesser einer solchen Gruppe von 5 eng beisammen liegenden Gonidien fand ich zu 19,35 × 15,48, einer zweiten 20,25 × 16,1 μ, die einer Gruppe von 3 Algenzellen zu 13,5 × 11,6 μ, die einer benachbarten Einzelgonidie aber zu 15,48 × 13,6 μ.

Infolge dieses rascheren Wachstums und der lebhafteren Teilungstätigkeit findet man z. B. in dem durch Fig. 2 dargestellten jüngsten Zustand, von einer gleichfarbigen, nur mit Lupe als Erhöhung sichtbaren Lagerstelle in der Mitte des Hügels die Gonidien zu 3 und 4, selten zu 5 übereinander liegen, während sie an den durch den Pilz unbeeinflußten Flanken der Schnitte nur 2-, stellenweise sogar nur 1-schichtig auftreten. Ganz vereinzelte Gonidien sind unterhalb der Hügelmitte durch mechanischen Schub seitens der Hyphen sogar bis in 102 und selbst 147 μ Tiefe, also fast bis an die Innengrenze der Markschicht (173 μ) gelangt. Im ältesten Zustand (Fig. 4), in dem die Galle bräunlich aussieht, ist die zusammenhängende Gonidienschicht nirgends weniger als 4-, an vielen Stellen aber 6- bis 8schichtig; ihre Mächtigkeit schwankt zwischen 47 und 122 μ; außerdem findet man aber noch vereinzelte Gonidiengruppen innnerhalb der Markschicht 145,7 μ unter der Rinde.

In der Gonidienzone legen sich die Pilzhyphen alsbald an die Wandstellen der Algenzellen, die noch nicht von Flechtenhyphen belegt sind, eng an, treten also zu ihnen in das Verhältnis der Neben- oder Parasymbiose, das in den jugendlichen Zuständen der Galle durchaus vorherrscht. Allein sehr früh beginnen die Pilzhyphen damit, die Flechtenhyphen von ihrer Ernährungsquelle zu verdrängen und sich an deren Stelle zu setzen, bis sie zuletzt die Gonidien allseitig umspinnen, viel inniger, als das je im gesunden Lager gefunden wird. So sind in dem Gipfelpunkt des jüngsten Gallenstadiums die eng beisammen liegenden Gonidien an den einander zugewendeten und an den der Rinde nächstliegenden Seiten ausschließlich von Pilzhyphen umsponnen, während an den nach außen gewendeten Seiten noch einige Flechtenhyphen anliegen. Die beiden isoliert liegenden Gonidien im Mark sind von Pilzhyphen noch nicht ergriffen worden. Diese erkennt man an ihren dünnen Wänden und den verhältnismäßig großen Protoplasten, welche in Hämatoxylin und Methylgrünessigsäure eine dunklere Färbung annehmen als die der dickwandigeren Flechtenhyphen.

Im ältesten Zustand sind an einer Stelle, die 56,4—108 μ unter der Thallusoberfläche lag, die Flechtenhyphen bis auf einen geringen Rest verdrängt und die Gonidien durch verhältnismäßig großzellige, plasmareiche Pilzhyphen auseinander gedrängt worden, so daß sie eine fast völlig lückenlose Mosaik bilden, deren große Felder Gonidienprotoplasten darstellen, während die kleinen den Pilzhyphen mit kurzen, isodiametrischen Zellen angehören. Der Inhalt beider nimmt in Hämatoxylinlösung dunkelblaue, in Methylgrünessigsäure hellblaue Färbung an. Die farblosen Wände treten in diesem Paraplektenchym gegenüber dem plasmatischen Inhalt stark zurück, von der im Gesichtsfeld sichtbaren Fläche bedeckt es, soweit es reicht, nahezu 100 Proz. Diese erstaunliche Massenzunahme kommt zum kleineren Teil auf

Wachstum und Vermehrung der Algenzellen, größtenteils auf die der Pilzhyphen, und das Material hierfür entnehmen letztere zuerst den Gonidien, nachdem sie mit ihnen in Nebensymbiose getreten sind, hierauf den Flechtenhyphen der Gonidienzone, die von ihnen resorbiert werden, zuletzt nur den Gonidien, mit denen sie nun in alleiniger Symbiose leben. Der Schmarotzerpilz führt demnach sowohl die Lebensweise eines Symbionten, als auch die eines Parasiten, jene gegenüber den Algenzellen, diese gegenüber den Flechtenhyphen der Gonidienzone, jene andauernd, diese bloß zeitweilig.

Geht schon daraus hervor, daß der Pilz nicht nur Reiz-, sondern auch zerstörende Wirkungen auf seinen Wirt ausübt, so zeigen sich diese doch zuerst an der Rinde. Im Jugendzustand findet man nur ihre äußere Hälfte degeneriert, wenn die zarten Pilzhyphen bereits bis an die innere Grenze vor und zwischen noch wohl erhaltene Rindenzellen eingedrungen sind. Die hier beobachtete Dicke von 28μ macht es wahrscheinlich, daß mit der Degeneration ein Anschwellen der Rinde Hand in Hand gegangen ist. Später, wenn die Galle domförmig geworden ist, sind in der 37,6 μ dicken Rinde alle Rindenzellen durch Pilzhyphen ersetzt worden, die mehr oder weniger rechtwinklig zur Thallusausbreitung gerichtet sind, fast parallel zu einander die ganze Rinde durchsetzen und aus spindelförmigen Zellen zusammengesetzt sind. Bei 6 μ höchster Dicke steigt deren Länge bis auf 19,8 μ. Da ihre Wände dünn sind (kaum über 0,5 μ) und ihre Lumina reichlich Protoplasma enthalten, nehmen sie die beiden oben erwähnten Farbstoffe reichlich auf, so daß die Rinde dann als ein schwarz oder blau quergestreiftes Band die Galle umgibt. Nur an 1 unter einigen 100 Schnitten durch den jugendlichsten Gallenzustand habe ich eine Pilzhyphe bis zu einer der Rinde aufliegenden, dickwandigen Spore zurückverfolgen können.

Das unterhalb der Gonidienzone befindliche Mark besteht im jüngsten Stadium bloß aus Flechtenhyphen. Aber wenig später lassen sich Pilzhyphen bis zu 65 μ Tiefe als geradlinige, wenig verzweigte Fäden deutlich verfolgen; je nach dem angewendeten Färbungsmittel heben sie sich als schwarze oder blaue, aber stets dunklere Fäden deutlich von den farblosen, mindestens aber blasseren, verzweigten und anastomosierten Flechtenhyphen ab. Der Grund hierfür liegt sicher nicht in einem kräftigeren Speicherungsvermögen des Pilzprotoplasmas, sondern darin, daß das Lumen der Pilzhyphen mit dem Plasma ganz ausgefüllt ist, wogegen es in den Flechtenhyphen eine dünne, wandständige Schicht bildet, die sich bloß an den Zellenden, zu beiden Seiten der Querscheidewand als zusammenhängende Masse ansammelt. — Im erwachsenen Zustand aber ist das Flechtenmark durch Pilzhyphen fast ganz verdrängt, wie daraus hervorgeht, daß das ganze Gewebe in Methylgrünessigsäure deutlich Grünfärbung annimmt, nicht allein das Plasma, sondern auch die Hyphenwände, und daß diese Grünfärbung selbst bei 3- bis 4wöchigem Liegen des Präparates in Glyzerinlösung erhalten bleibt.

Nach alledem zerstört der Schmarotzerpilz die Hyphen aller 3 Flechtenzonen und verschont nur die Gonidien, nachdem er sie erst zu lebhafterem Wachstum angeregt hatte, und nicht nur sie, sondern auch die Hyphen der Gonidien- und Markzone.

Leider ist er nicht zur Bildung von Vermehrungsorganen gekommen und entzieht sich infolgedessen der Bestimmung. Ganz abweichend hat er sich im Gipfel- und rechten Flankenteil des durch Fig. 3 veranschaulichten Hügels entwickelt. Bis zum Punkte a, also im ganzen oberen Flügel der Zeichnung, zeigt er keine Abweichung, nur daß in der Nachbarschaft von a die rindendurchziehenden Pilzhyphen dickere Wände bekommen haben, die imstande sind, Methylgrün aufzuspeichern. Gonidien und Markzone zeigen hier die gleiche Beschaffenheit wie an anderen Stellen, die den Reizwirkungen des Pilzes ausgesetzt gewesen sind.

Im unteren Flügel hingegen ist die Rinde durch ein braunes, dickwandiges, filzartig verwebtes Hyphennetz völlig verdrängt worden, wie in der Zeichnung schematisch angedeutet ist. Zwischen diesem Abschnitt und dem Punkt a ist auf einer Strecke vonn 944 μ dunkelbraunes Pilzgewebe vorhanden, das an 2 Stellen bis zu 110 μ Mächtigkeit erlangt hat und so dichten Bau besitzt, daß seine Zellstruktur, trotz der Schnittdünne von bloß 5 μ, nicht erkennbar ist. Unter dieser ganzen Strecke und ebenso unter dem 425 μ langen unteren Flügel sind alle Gonidien verschwunden, also von dem Schmarotzerpilz zerstört und resorbiert worden.

Zur Erklärung dieses Vorganges gibt es zwei Möglichkeiten: Entweder ist die Pilzgalle, die ihr Dasein dem Pilz A verdankt, von einem zweiten Pilz B befallen worden. Dieser versteht es nicht, mit den Gonidien in Symbiose zu leben, sondern zerstört und verzehrt sie und mit ihnen die Reste des Flechtengewebes, sowie den Pilz A. — Oder ein Teil der Hyphen des gallenbildenden Pilzes A hat an dieser Stelle ausnahmsweise die schonende Behandlung, die er sonst den Gonidien angedeihen läßt, aufgegeben und tritt nur als Parasit, nicht auch als Symbiont, auf. Das wäre aber nur ein Ausnahmefall. In der Regel besteht in dem „abnormen Teil der affizierten Pflanze“, das sind die kugel- bis domförmigen Wucherungen, „ein symbiontisches Verhältnis zwischen dieser (wenigstens den Gonidien) und dem Parasiten“, und darin besteht nach Küster (1916. S. 147) das Wesen der Galle.

II. Lagermißbildungen vom Malojapaß (1811 m).

An einem, durch seine dick lippenartigen Sorale wohl charakterisierten Lager von Parmelia physodes, das von Herrn A. Uhlmann, Lehrer an der Höheren Mädchenschule zu Plauen i. V., gesammelt worden war, befinden sich 2 Äste mit blasenförmig aufgetriebenen Enden (Fig. 5). Die beiden äußersten unter diesen Auftreibungen sind schwach soredial aufgelöst, so daß man leicht hätte auf den Gedanken kommen können, hier liege Parmelia tubulosa (Schaer.) Bitt. vor. Außer der unmittelbaren Verbindung mit echten Physodeszweigen spricht dagegen auch die breite und flache Form des Lagerlappens, der all die Bläschen trägt. Offenbar handelt es sich um die von Acharius aufgestellte Form **ampullacea** von Parmelia physodes.

In der Jugend sind die Bläschen genau kugelförmig und mit glatter Oberfläche ausgestattet. Allein sehr bald bleiben manche Stellen der Kugelfläche in ihrem Wachstum hinter anderen zurück, was zur Entstehung von rillen- oder punktförmigen Vertiefungen führt. Einzelne Bläschen wachsen zu Gebilden von 6 und mehr mm Durchmesser heran, an anderen Zweigen bleiben sie klein, entstehen aber so zahlreich und dicht beieinander, daß sie in ihrer Gesamtheit ein blumenkohlartiges Aussehen annehmen. Im Alter sind sie samt und sonders durch zahllose, kleine, schwarze Pünktchen ausgezeichnet, die sich nicht oder kaum merklich über das Niveau des Lagers erheben; es sind junge Pykniden. Sie treten so massenhaft auf, daß man geneigt sein könnte, auf diesen Fund die von Wallroth geprägte Form stigmatea anzuwenden.

Ob ein ursächlicher Zusammenhang zwischen dem reichlichen Auftreten der Pykniden und dem blasigen Aufgetriebensein des Lagers besteht, läßt sich nicht sicher behaupten. Die Tatsache aber ist hervorhebenswert, daß ich dieselbe Form bei Lichtenberg im Frankenwalde mit blumenkohl- und gekröseartigen Wucherungen inmitten des Thallus gefunden habe, wobei freilich nicht verschwiegen werden darf, daß neben den umgebildeten auch normale Lagerlappen vorkommen, die reich an Pykniden sind.

Hebt man von einer ebenen, pyknidenfreien Stelle des Lagers, die von den bläschenartigen Auftreibungen weit entfernt ist, durch Flachschnitt ein Stückchen mit dem Rasiermesser ab und betrachtet es nach gehöriger Aufhellung mittels Chloralhydrats, so fallen, besonders bei Hebung und Senkung des Tubus, viele grübchenartige Vertiefungen als grünliche Pünktchen in weißgrauer Umgebung auf. Die größten sitzen auf schwach hügelartigen Erhebungen des Lagers und ähneln darin den „Atmungswarzen“ von Parmelia aspidota, die in ihrem viel vollkommeneren, lentizellenartigen Bau von Rosendahl (1907. S. 412) eingehend beschrieben worden sind.

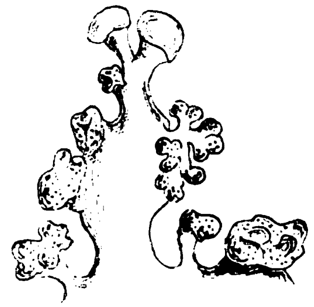


Fig. 5. Lagerlappen von Parmelia physodes vom Malojapaß mit kugeligen bis blumenkohlartigen, reich mit Pykniden besetzten Anschwellungen. 3/1.

Im Querschnitt beträgt hier die Mächtigkeit des Thallus ohne die unterseitige Rinde, aber mit den dunklen Markhyphen, bis 221 μ. Mit der unterseitigen Rinde dürfte sie 230 μ betragen, da diese nicht über 8—10 μ dick und überall nur 1- bis 2-schichtig ist. — Die oberseitige Rinde ist durchschnittlich 18,8 μ mächtig. Die Gonidienzone reicht z. B. zur einen Seite eines Rindenporus von 15—33 μ, an der anderen von 14—42,3 μ Tiefe. Zwischen beiden Gonidiengruppen befindet sich eine Lücke von 56,4 μ Tiefe und 37,6 μ größter Weite. Sie steht nach außen mit einer Rindenpore in Verbindung, deren geringste Weite 8 μ beträgt. In unmittelbarer Nachbarschaft, bloß durch ein 28 μ breites und 22 μ dickes, 3schichtiges Rindenstück von ihr getrennt, befindet sich eine 2. Pore, die aber nicht median angeschnitten worden ist. Deshalb ist eine 5 μ mächtige Brücke bei Senkung des Tubus als eine schiefergraue, homogene Masse zu erkennen. Daß Rindenporen so nahe beisammen liegen, ist Ausnahme; nach Messungen mit dem Quadratmikrometer kommen auf 1 qmm durchschnittlich 10 Poren.

Ganz auffallend ist die wechselnde Dicke der 1- bis 3schichtigen Rinde. Bei geradlinigem Verlauf der Außengrenze kann ihre Innenbegrenzung wie im Zickzack auf und ablaufen. So wurde auf einer 140 μ langen Strecke die Mächtigkeit in etwa gleichen Abständen aufeinanderfolgend zu 4, 8, 18, 8, 19, 9, 21, 4, 28, 10, 20, 15, 19 μ gefunden. An den beiden dünnsten Stellen bestand sie bloß aus der homogenen Epinekralschicht, an der dicksten war sie 4schichtig. Die Zellen haben die gleiche Beschaffenheit wie in der Rinde der litauischen Flechte, sind aber durch dickere Interzellularsubstanz ausgezeichnet, wie daraus hervorgeht, daß die Mittelpunkte zweier benachbarter Zellen oft 8—10 und mehr μ voneinander abstehen, obgleich der Durchmesser des Lumens und der Innenlamelle nicht größer sind als bei

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

jener. Ausnahmsweise stoßen 2 Rindenzellen mit ihren hellen Höfen oder Innenlamellen unmittelbar aneinander.

Die Gonidienschicht ist bis 35 µ mächtig, meist 2-, selten 3schichtig und besteht aus Gonidien, deren Durchmesser selten 9 µ erreicht. Zuweilen erfüllen sie auch die tiefen Inneneinbuchtungen der Rinde und sind dann von der Außenwelt bloß durch die 4—5 µ dicke Epinekralschicht getrennt. Stellenweise fehlen die Algenzellen ganz; so war unter dem oben beschriebenen 140 µ langen Rindenstück nicht eine einzige zu sehen. Als ein 1,5 mm breiter Endlappen des Lagers in Schnitte zerlegt worden war, zeigte sich, daß mehr als die Hälfte von ihnen überhaupt keine Gonidien führten. Kurz, die Gonidienschicht ist hier noch dürftiger entwickelt als in der Flechte aus dem litauischen Tiefland. In der Umspinnung mit Hyphen stimmen beide überein.

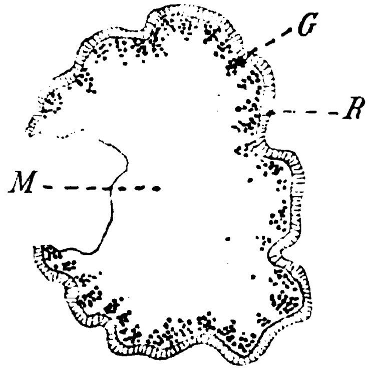


Fig. 6. Querschnitt durch ein jugendliches Lagerbläschen vor dem Auftreten der Pykniden. Buchstabenerklärung wie oben. 36/1.

Auch die Hyphen der Markschicht sind von gleicher Beschaffenheit. Ihre Mächtigkeit wurde nur zu 80 µ, in dem oben erwähnten Endlappen an einer gonidienführenden Stelle zu 95 µ gemessen, kann aber bis auf 150 µ steigen.

Mit diesem normalen Zustand ist nun der eines Bläschens zunächst in jugendlichem Alter zu vergleichen. Den Querschnitt durch ein solches stellt Fig. 6 dar. Sein Querdurchmesser beträgt 976 µ, seine Höhe 787 µ, seine Rinde ist 19,35—31 µ, nie unter 15,5 µ dick. Die Gonidienschicht wurde an den meisten Punkten 58—77,5 µ, an einigen bloß 19,35 µ mächtig gefunden; an vielen Stellen ist sie 8-, an einzelnen sogar 10—11schichtig, an anderen auch nur 1- bis 4schichtig. Auffallend reichlich sitzen die Algenzellen an den Flankenseiten, spärlicher an der Dachseite. Der Innenraum in seiner ganzen Breite und Höhe ist mit einem lockeren Hyphenfilz, dem Mark, erfüllt. Demnach haben alle 3 Schichten an Mächtigkeit zugenommen, die Rinde nur wenig, Gonidienzone und Mark beträchtlich.

Der anatomische Bau der Rinde ist anders als im normalen Flechtenlager. Ihre runden oder länglich-strichförmigen, manchmal 3schenkligen, schwach plasmahaltigen Zellumina sind auch nur 0,5—1 µ weit und von einer farblosen, 2—2,5 µ dicken Innenmembran umgeben. Aber die bräunliche oder durch Hämatoxylinfärbung schiefergrau gewordene Außenlamelle mit Interzellularsubstanz fehlt gänzlich. Höchstens daß letztere in Form kleiner Zwickel an der Berührungsstelle von 3, selten als schmaler Streifen zwischen 4 oder mehr Zellen, auftritt. Folglich kommt das spätere tangentiale Wachstum der Rinde hauptsächlich, wenn nicht ausschließlich, durch Einlagerung von Substanz zwischen die vorhandenen Zellen, nicht durch Zellvermehrung zustande. Die Rindenzellen rücken dabei immer weiter auseinander.

Die Gonidien liegen meist gruppenweise zu 4 oder 5 beisammen, als ob sie eben erst durch Teilung aus einer Mutterzelle entstanden wären. Zwischen sie sind nur wenig Hyphen eingedrungen; außen stehen sie immer mit kurzgliedrigen Hyphen in Berührung, sind aber nie allseitig von ihnen umsponnen. Isolierte Gonidien in größerer Entfernung als 56,5 µ innerhalb der Rinde sind nicht beobachtet worden. Die größte Gonidie maß 12×10 µ.

Die Markhyphen überschreiten die Dicke von 3 μ nur selten und zeigen damit ihre Jugend an.

Die wesentlichste Erwerbung dieses jugendlichen Bläschens ist ihr Reichtum an Gonidien, denn dadurch ist die Bedingung für ihre weitere Entwicklung geschaffen: 1. für ihr weiteres Anschwellen, 2. für die Erzeugung der Pykniden. Bedeutungsvoll ist dabei die Tatsache, daß sie noch nicht allseitig von den kurzgliedrigen Hyphen umsponnen sind, weil sie, sobald das geschehen ist, den Rest ihres selbständigen Lebens, ihre Teilungsfähigkeit, aufgegeben haben und nur noch ein bloßes Helotendasein führen. Dieser Zustand tritt ein, sobald das Bläschen seine endgültige Größe erreicht hat; dann werden die Gonidien nur noch zur Abgabe der Bildungsstoffe ausgenutzt, deren die zahlreichen Pykniden bis zu ihrer Reife benötigen.

Fig. 7 stellt den älteren Zustand in einem kleinen Ausschnitt aus einer 6 mm großen Blase dar, und zwar an der Übergangsstelle von der Dach- zur Flankenseite. In ihm fallen vor allem die 5 Pykniden auf, von denen allein 4 auf der Dachseite liegen. Die beiden kleineren ragen etwa 30, die 3 größeren 65—80 μ weit in den Innenraum des Bläschens hinein. Die Rindendicke hat gegen früher noch zugenommen, sie schwankt zwischen 19,35 und 50,3 μ, hält sich aber meist auf 30 μ. Die äußere Membranschicht samt der Interzellularsubstanz haben an Dicke beträchtlich zugenommen; die Zahl der Zellschichten ist gleich geblieben, Rindensporen sind entstanden, aber nicht häufiger als auf der normalen Rinde. Auch die Gonidienschicht ist mächtiger geworden, vielerorts bis zu 81,25 μ; die Algenzellen liegen in ihr zu 7, 8 und noch mehr übereinander. Daneben kommen auch 3schichtige Stellen von nur 31 μ Mächtigkeit vor; dann findet man aber in der Regel isolierte Gonidien bis zu 77,5 μ Tiefe in das Mark vorgeschoben, ausnahmsweise sogar bis zu 174 μ und an der Innenseite der Pykniden immer 100—150 μ unter der Rinde.

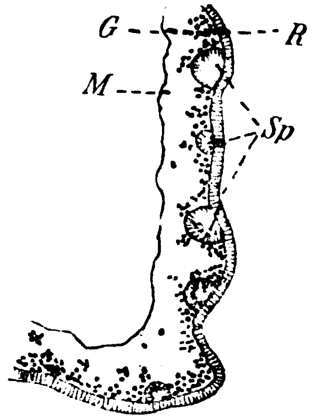


Fig. 7. Kleiner Abschnitt vom Querschnitt eines alten Lagerbläschens mit 4 Pykniden (Sp) auf der Dach- und 1 auf der Flankenseite. 36/1.

Die in zusammenhängender Schicht eng beisammen liegenden Gonidien sind von kurzgliedrigen Hyphen oft allseitig umsponnen, wogegen die isolierten der Markschicht immer nur mit wenigen, noch nicht kurzgliedrig gewordenen Hyphen in Verbindung stehen. Die Dicke derselben überschreitet nicht 3 μ, wovon 1 μ auf das plasmaerfüllte Lumen kommt, die Wand ist ungeschichtet.

Dagegen ist die Wand der meistens 5 μ dicken Markhyphen deutlich 2schichtig geworden, und darin besteht die Hauptveränderung des Marks; denn an Menge hat es nicht in dem Maße zugenommen, wie die Gonidienschicht. Von der Innengrenze der zusammenhängenden Gonidienschicht an gerechnet, beträgt seine Mächtigkeit 139—154,8 μ und steigt selten auf 193,5 μ. Infolgedessen enthält die Blase im ausgewachsenen Zustand eine Höhle, deren Durchmesser, eine reichlich bemessene Wandstärke von 0,25 mm angenommen, 5,5 mm mißt.

Als äußerste Größe habe ich bei einer Gonidie 9 × 7 μ gemessen, und das war eine im Mark isoliert liegende, auch ein unverkennbares Zeichen, daß die Blase am Ende ihrer Entwicklung angekommen ist.

Bei 72stündigem Verweilen in Methylgrünessigsäure färben sich die jugendlichen Pykniden und die Gonidien blau; jene ihres Plasmareichtums wegen viel dunkler als diese. Die Zellwände bleiben ungefärbt, und bei längerer Aufbewahrung des Präparates in Glyzerinlösung werden auch die Organe allmählich wieder farblos, die vorher den Anilinfarbstoff aufgenommen hatten.

Der Bau der Pykniden stimmt überein mit den durch Glück (1899. Taf. II. Fig. 21, 22, 23) bekanntgegebenen Abbildungen desselben Organs.

III. Lagerumbildungen aus dem Bielatale (532 m) im Erzgebirge.

Ein Teil der an einer alten Buche im großen Bielatale bei Altenberg von mir gesammelten Exemplare der Parmelia physodes trug Apothezien bis fast zu Pfenniggröße, ein anderer Teil war durch ungewöhnlich große und komplizert gestaltete Sorale ausgezeichnet. Die geringsten Durchmesser, die an ihnen gefunden worden sind, waren 5—6 mm in der Breiten-, 3 bis 4 mm in der Längsrichtung des Lagerzweiges; häufig stiegen sie aber auf 8 × 6 mm. Noch merkwürdiger ist ihr grobkörniger, man könnte fast sagen gefelderter Bau, für den die Erklärung gefunden wird, wenn man ein solches Zweigende, dessen Auflösung in Sorale noch nicht erfolgt ist, mit der Lupe betrachtet.

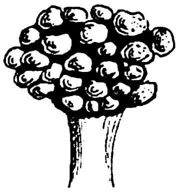


Fig. 8. Lappenende von Parmelia physodes aus dem Erzgebirge mit zusammengesetztem Sorale im Jugendzustande. 3/1.

Es besteht, wie Fig. 8 zeigt, aus dicht aneinander gedrängten, kugeligen Erhebungen von 0,5—1,5 mm Durchmesser und mit grauweißer, glatter Oberfläche. Nur die 5, am weitesten rechts stehenden Bläschen sind mit einem grünlichweißen, mehligen Überzug bedeckt, wodurch der Beginn der soredialen Auflösung angezeigt wird.

Der Querschnitt durch eine dieser kugeligen Anschwellungen (Fig. 9) lehrt, daß sie nur halbkugelige Erhebungen der oberseitigen Rinde mit Gonidienschicht und stark verdicktem Mark darstellen, und daß sich diese 3 Schichten in ihrer Gesamtheit von der in großen Falten verlaufenden unterseitigen Rinde (u R) losgelöst haben. An der Entstehung dieser Bläschen beteiligt sich demnach nur die Lageroberseite. Da diese aber am Zweigende, als Vorbereitung für das spätere Sorale, eine sehr starke Verbreiterung erfährt und die seitlichen Enden des verbreiterten Lappenendes nach der Lagerunterseite umschlagen, entsteht eine nach oben trichterförmig erweiterte Röhre, die auf ihrer ganzen Außenseite die halbkugeligen Bläschen erzeugt, eins dicht neben dem anderen. Zusammen bringen diese dann den Eindruck eines Blütenköpfchens hervor. Würde die Einrollung des Zweigendes nicht vorausgehen, so könnten sie bloß ein halbiertes Köpfchen bilden. Später breitet sich jedes der vielen Bläschen, indem es seine Rinde bis zum Rande abwirft, zu einem kleinen, tellerförmigen, mit Soredien reichlich gefüllten Gebilde aus. Zuletzt verschmelzen diese wegen ihres dichten Standes zu einem einzigen großen Sorale, dem man die Entstehung aus vielen einzelnen Felderchen nicht mehr ansehen kann.

Das in Fig. 9 dargestellte Bläschen war 1023,1 μ breit und 787 μ hoch. Seine größte Dicke betrug 287,6 μ ohne die unterseitige Rinde, die etwa

10—15 µ stark ist und an ihrer Innenseite auch noch Reste der braunen Hyphen des Markes trägt, mit dem sie früher in Zusammenhang gestanden hat.

In dem normalen Lager der erzgebirgischen Parmelia physodes ist die Rinde nicht über 23,5 µ mächtig, meist 2- und 3-, selten 1- oder 4schichtig, von Rindenporen (P), hier und da aber auch von engen Spalten durchsetzt und von kleinen Lücken unterbrochen. Die Zellen haben die gleiche Beschaffenheit, wie in den oben beschriebenen Exemplaren, erreichen aber bisweilen einen Durchmesser von 9,6 und selbst 11,5 µ.

Sie geht fast überall unmittelbar in die Gonidienschicht über, die sich durch hohe Mächtigkeit und Reichtum an Algenzellen auszeichnet, wie aus folgender Tabelle hervorgeht. Auf einer etwa 400 µ langen Strecke eines Mikrotomschnittes von 5 µ Dicke wurde die Mächtigkeit gemessen und die Zahl der übereinanderliegenden Algenzellen gezählt:

Mächtigkeit:	65,8	46,5	44,2	42,6	44,2	46,5	46,5	69 µ
Schichtenzahl:	7	7	3	11	5	4	4	8
	3 gr. Z.		gr. Z.		große Z.	1 gr. Z.		

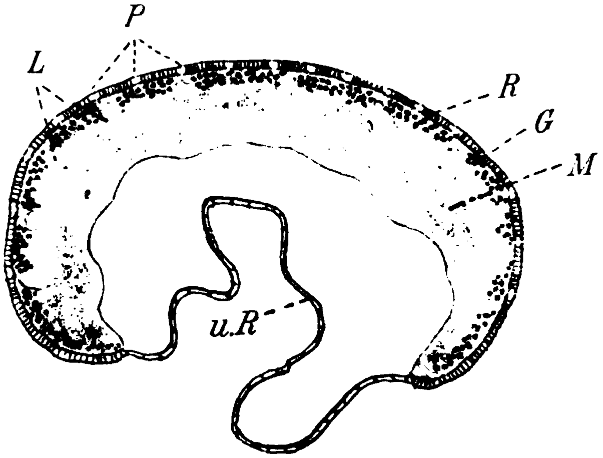


Fig. 9. Querschnitt durch eins der Bläschen im jugendlichen Zustande. P = Rindenporen, L = Lücken in der Gonidienschicht, u. R. = unterseitige Rinde. Bedeutung der übrigen Buchstaben wie oben. 36/1.

Als durchschnittliche Mächtigkeit kann man 46,5 µ annehmen, und in diesem Raum sind die Algenzellen meist 4- und 5schichtig angeordnet. Isolierte Gonidien im Mark fehlen ganz, dagegen ist sehr auffallend, daß wenigstens ¼ aller Gonidien den Mindestdurchmesser von 8 µ besitzt und daß 1 von ihnen das Höchstmaß von 17,3 µ aufwies.

Die Gonidiengruppen sind an ihrer Außenseite ziemlich vollständig von Hyphen bedeckt, die großen Einzelgonidien nie allseitig. Aber der größeren Dichte entsprechend, mit der die Algenzellen aneinander gedrängt sind, sind auch mehr kurzgliedrige Umhüllungshyphen vorhanden, so daß die Gonidienzone dadurch noch größere Dichtigkeit erhält, als sie an sich besitzt und als sie bei den vorher beschriebenen Formen gefunden wird.

Noch auffallender ist die große Dichte des Markes. Bei seiner Armut an Lücken und wegen des Vorwiegens kreisrunder Zellen vor fädigen macht es mehr den Eindruck eines kleinzelligen Paraplektenchyms als den eines lockeren Filzes. Seine Mächtigkeit schwankt zwischen 63,5 und 105,5 µ, wenn man sie von der Innengrenze der zusammenhängenden Gonidienzone bis zum Beginn der dunklen Markhyphen mißt. Rechnet man diese mit hinzu, so würden obige Zahlen noch um etwa 40 µ erhöht werden müssen. Doch ist dieser braune Markabschnitt viel lückenreicher als der farblose und enthält vorwiegend fädige Hyphen. Deren Durchmesser steigt bis zu 6 µ, während der der farblosen Markzellen zwischen 3 und 5 µ liegt.

An dem durch Fig. 9 und 10 veranschaulichten Bläschen sind folgende Veränderungen eingetreten:

Die Rinde ist noch lockerer geworden, ihre Mächtigkeit und Schichtenzahl noch wechselnder, wie folgende Tabelle zeigt: auf einer Strecke von 180 μ betrugen:

Mächtigkeit . .	23,5	14,1	7	14,1	9,4	18,8	9,4	18,8	11,7	16,4	9,4
Schichtenzahl . .	3	2	—	2	1	3	1	2	1	2	1

Zusammenhängende Stellen von gleichmäßiger Dicke und Lückenlosigkeit gehören zu den größten Seltenheiten. Dagegen sind innere Veränderungen des Rindengewebes eingetreten. Innen- und Außenschicht der Membranen sind nicht mehr so scharf geschieden, sondern verschwommen; das Lumen ist nicht mehr blau, sondern grau gefärbt. Die Rinde macht deutlich den Eindruck des Abgestorbenseins oder wenigstens des Absterbens. Ihre Lücken sind größer, ihre Risse zahlreicher geworden, Stücke, welche vorher nur durch einen feinen Riß geschieden waren, haben sich getrennt. Auch die Gonidienschicht hat sich an vielen Punkten von ihr gelöst, so daß jetzt klaffende Lücken entstanden sind, wo vorher innigster Zusammenhang bestand. Am auffallendsten aber sind die neu entstandenen großen Lücken (L) in der Gonidienzone, die selbst bei bloß 23facher Vergrößerung ins Auge fallen. All das sind Vorbereitungen auf den Zerfall der Gonidienzone in einzelne Soredien und auf deren Bloßlegung.

Mächtigkeit und Schichtenzahl der Gonidienzone sind aus folgender Tabelle ersichtlich:

Mächtigkeit . .	37,6	15,48	33	28,2	47	45	47
Schichtenzahl . .	5	3	5	3 (1 sehr gr.)	7	3 sehr gr.	5

Vergleicht man diese Zahlen mit denen des normalen Lagers, so sieht man keine Zunahme weder der Mächtigkeit, noch der Schichtenzahl, eher das Gegenteil. Man wird deshalb annehmen müssen, daß eine Ausbreitung der Gonidien nach den Seiten stattgefunden hat. Durch die Emporwölbung des kleinen, kreisrunden Lagerabschnittes ist seine Oberfläche beträchtlich gewachsen, mit ihr die Ausbreitung der Gonidienschicht. Infolgedessen sind in ihr die auf Fig. 9 sichtbaren Lücken entstanden; außerdem sind zwischen die eng aneinander liegenden Zellen eben entstandener Gonidiengruppen kurzgliedrige Hyphen gedrungen und haben sie seitwärts auseinander gedrängt. Endlich haben sich die zahlreichen, großen Algenzellen des normalen Lagers geteilt, und deren Teilungsprodukte sind wieder auseinander gedrückt worden. Tatsächlich hat die Zahl der großen Gonidien und der Gruppen mit unmittelbar aneinanderliegenden Zellen merklich abgenommen. Die Umspinnung der Algenzellen mit Hyphen ist nie so innig wie in den Wucherungen der Schweizer oder gar den Pilzgallen der litauischen Flechten, aber viel dichter als im normalen Lager dieser beiden Fundorte. Der Unterschied der Gonidienzone des normalen und abnormalen Lagers ist bei der erzgebirgischen Flechte überhaupt sehr gering; bei den beiden anderen außerordentlich groß.

Das farblose Mark ist noch mächtiger geworden, als es vorher war, und dabei mindestens ebenso dicht geblieben, so daß man auch jetzt noch von einem paraplektenchymatischen Bau derselben reden könnte. Der Zuwachs, teils durch Vermehrung, teils durch Verdickung der Hyphen, muß aber in den peripherischen Teilen des Markes lebhafter erfolgt sein, als in den zentral gelegenen, wie aus der starken Krümmung hervorgeht, in die es aus der ursprünglich ebenen Form übergegangen ist. Unter der Mitte des

Hügels gemessen, wurde die Mächtigkeit zu 131,6 μ, an den Rändern zu 75 und 79 μ gefunden, was dort eine Zunahme um 25, hier durchschnittlich um 21 Hundertteile ausmacht.

Demnach sind die Wachstumsverhältnisse dieser Auftreibungen durch dreierlei charakterisiert: 1. durch die Lockerung der Rinde, 2. durch die Nachaußendrängung der sehr reichlich vorhandenen und dicht stehenden, auch ziemlich dicht von Hyphen umsponnenen Gonidien, 3. durch Zerlegung der Gonidienzone in einzelne Abschnitte oder Gruppen, welche durch frühzeitig entstehende Lücken voneinander getrennt werden. Das alles sind Vorbereitungen für die Soredienbildung, für deren Ausbreitung über eine möglichst große Fläche und damit für ihre spätere Verbreitung durch Wind oder bewegtes Wasser.

Vergleicht man hiermit die beiden ersten Lagermißbildungen, so sieht man sofort den großen Unterschied. Bei beiden findet, verglichen mit dem normalen Flechtenlager, eine bedeutende Zunahme der Mächtigkeit der Gonidienschicht statt und infolgedessen sehr starkes Wachstum der Gonidien, sowie lebhafteste Teilung derselben. Gemeinsam ist beiden außerdem die Verschleppung von Gonidien nach innen, markeinwärts, und innigste Umspinnung aller Algenzellen durch kurzgliedrige Hyphen. Die gleichen Wachstumserscheinungen dienen offenbar demselben Zweck, die Baustoffe für anzulegende oder bereits angelegte Vermehrungsorgane, die in der Gonidienzone entstehen, in hinreichender Menge herbeizuschaffen. Im 1. Falle werden die Veränderungen durch äußere Reizwirkungen des von außen eindringenden Parasiten, im 2. Falle durch innere Triebregungen der Flechte selbst herbeigeführt.

In diesem Punkte stimmt aber die Flechte vom Malojapaß mit der erzgebirgischen überein. Beiderlei Wucherungen entstehen ohne Mitwirkung eines affizierenden, von außen eingedrungenen Pilzes, beide sind folglich nach Küster (1916. S. 1, 2) als Abnormitäten, nicht als pathologische Erscheinungen anzusehen.

Literatur.

1. Bitter, G., Zur Morphologie und Systematik der Gattung Parmelia, Untergattung Hypogymnia. (Hedwigia. Bd. 40. 1901.)
2. Glück, H., Entwurf zu einer vergleichenden Morphologie der Flechten-Spermogonien. Heidelberg 1899.
3. Kotte, J., Einige neue Fälle von Parasymbiose. (Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 24. 1909.)
4. Küster, E., Pathologische Pflanzenanatomie. 2. Aufl. Jena 1916.
5. Wallroth, Fr. W., Naturgeschichte der Flechten. 2 Bde. Frankfurt a. M. 1827.
6. Zukal, H., Morphologische und biologische Untersuchungen über die Flechten. (Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wiss. Wien: Math.-naturw. Kl. Bd. 104 u. 105. 1895 u. 1896.)

Entgegnung auf die Richtigstellung von Dr. E. Voges.

Von Dr. **E. Riehm.**

Mit seiner „Richtigstellung“ (Bd. 48, S. 420) hat Herr Voges gezeigt, daß er sich der Bedeutung der Nematoden an Haferwurzeln nicht bewußt ist, sonst hätte er nicht nochmals betont, daß die Nematoden „im Stengelgewebe nicht auftraten, also hier keine Schädigungen verursachen konnten“. Bekanntlich lebt Heterodera schachtii nur an den Wurzeln und ruft ein Vergilben der ganzen Pflanze hervor. Da Voges die Nematoden „in gewaltigen Massen“ an den Wurzeln der kranken Haferpflanzen fand, liegt die Annahme nahe, daß die Krankheit auf den Nematodenbefall zurückzuführen war.

Auch hinsichtlich meiner Bemerkung über den Erfolg der Infektionsversuche des Herrn Voges habe ich nichts zurückzunehmen. Allerdings hat Voges beobachtet, daß einzelne feinere Pilzhyphen in Epidermiszellen der jungen Haferpflanze eingedrungen waren. „Irgendwelche Veränderungen in den vom Pilz durchzogenen Zellpartien des Blattes, die auf Absterbeerscheinungen des befallenen Oberhautgewebes hätten schließen lassen, traten jedoch zunächst nicht auf.“ Daß solche Veränderungen später aufgetreten wären, wird nicht angegeben. Es ist also Voges nicht gelungen, auch nur annähernd das von ihm beobachtete Krankheitsbild an gesunden Pflanzen durch Infektionen mit Fusarium didymum hervorzurufen. Das Ergebnis seiner Infektionsversuche ist also negativ.

Steglitz, August 1918.

Inhalt.

Original-Abhandlungen.

Bachmann, E., Bildungsabweichungen des Lagers von Parmelia physodes (L.) Ach. Bitt., S. 131.

Brussoff, Alexander, Ein Beitrag zur Kenntnis der Actinomyceten, S. 97.

Riehm, E., Entgegnung auf die Richtigstellung von Dr. E. Voges, S. 144.

Sandelin, A. E., Untersuchung eines aus Rahm isolierten Säure-Labbildenden Bazillus (Bacillus coagulans n. sp.), S. 115.

Die Herren Mitarbeiter werden höflichst gebeten, bereits fertiggestellte Klischees — falls solche mit den Manuskripten abgeliefert werden — nicht der Redaktion, sondern direkt der Verlagsbuchhandlung Gustav Fischer in Jena einzusenden.

Abgeschlossen am 5. März 1919.

Hofbuchdruckerei Rudolstadt.

Centralblatt für Bakt. etc. II. Abt. Bd. 49. No. 7|9.

Ausgegeben am 30. April 1919.

Nachdruck verboten.

Verlust des Oxalsäure-Bildungsvermögens bei einem degenerierten Aspergillus niger.

Von Prof. Dr. C. **Wehmer.**

Vor einigen Jahren beschrieb R. Schramm[1]) eine interessante Pilzform, die nach seinen Angaben als degenerierter Aspergillus niger anzusehen ist; ihr fehlten die Konidienträger, eigentümlich war ihr aber die Erzeugung von Sproßzellen (Hefebildung). Entstanden war diese Form im Laufe der Zeit aus dem normalen Aspergillus niger unter den Bedingungen des Laboratoriums; fortgesetztes Weiterzüchten auf anscheinend minder geeignetem Nährboden (Agar) hatte allmählich zu dieser sporenlosen Form geführt. Eine seinerzeit von Herrn Schramm mir freundlichst zur Verfügung gestellte Reinkultur habe ich inzwischen zu einigen Versuchen benutzt, die neben einer Bestätigung der Mitteilung Schramms noch 2 neue Punkte ergaben, die den Chemismus betreffen.

Trotz fortgesetzter Kultur auf den günstigsten Substraten (Würze, Zuckerlösung mit Nährsalzen) konnte der Pilz auch von mir nicht zur Sporenbildung gebracht werden; er wuchs immer nur als sterile, graue, schleimige Decke, die submersen Teile zeigten die schon von Schramm beschriebenen und abgebildeten Sproßzellen. Ein Beweis, daß es sich tatsächlich um genannten Aspergillus handelt, ist also nicht zu erbringen, doch zweifle ich kaum daran, um so weniger, als alte sterile Decken schließlich auch die Farbe des A. niger annehmen, sie färben sich oberseits schwarzbraun bis grauschwarz, normalerweise in den Konidien entstehendes dunkles Pigment erscheint also auch hier (wie bei Merulius[2]) in den alten, vegetativen Hyphen[3]). Natürlich wäre es trotzdem von Wert, wenn die Identität beider Pilze in unzweifelhafter Weise nachgewiesen werden könnte; da aber selbst alte einjährige Kulturen keinerlei Konidien aufwiesen, scheint mir die Aussicht hierauf gering. Andererseits ist die Möglichkeit, daß etwa durch fortgesetzte ungeeignete (kümmerliche) Ernährung eine solche Hungerform entsteht, nicht gerade von der Hand zu weisen. Schramm weist übrigens auch noch auf andere Momente hin (l. c. 26).

Dieser Pilz hat nun die weitere Eigentümlichkeit, daß er keine Oxalsäure aus Zucker bildet, wodurch er sich von allen Formen der Aspergillus niger-Gruppe[4]) unterscheidet. Setzt man der Nährlösung Kreide zu, so wird weder diese sichtbar angegriffen, noch läßt sich Calciumoxalat in der Flüssigkeit oder an den Hyphen der Pilzdecke weder makrochemisch noch mikroskopisch nachweisen; selbst monatealte Kulturen bleiben Oxalatfrei. Auch unter Berücksichtigung des trägen Wachstums und der so in gleicher Zeit erzeugten geringen Trockengewichte von Pilzsubstanz sind die Unterschiede gegenüber dem normalen A. niger sehr auffällig. Ich habe ihn mit einem A. niger verschiedener Herkunft sowie einigen Mutanten desselben und einigen anderen Aspergillus-Arten unter übrigens denselben Bedingungen vergleichend kultiviert, wobei sich folgende Zahlen ergaben[1]):

---

[1]) Mycolog. Centralbl. B. 5. 1915. S. 20—27, „Über eine bemerkenswerte Degenerationsform von Aspergillus niger" (Vorl. Mitt.). Eine ähnliche Form von A. fumigatus beschrieb ich früher im Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 18. 1907. S. 393.

[2]) In Ber. d. Deutsch. Bot. Gesellsch. Bd. 30. 1912. S. 327 von mir beschrieben.

[3]) Gleichfalls bereits von Schramm beobachtet und hervorgehoben. (l. c. S. 20.)

[4]) Vgl. Thom and Currie, Journ. Agric. Res. Vol. 7. 1916. p. 1.

Pilz	Calciumoxalat gefunden g	Würze-Vol. angewandt cc	Kulturdauer Tage	Pilzgewicht (Trockens.) g
1. Degenerierte Form . . .	0	30	30	0,150
2. desgl.	0	30	66	0,125
3. desgl.	0	200	90	0,510
4. A. niger, Stamm Hannover	1,377	30	20	0,430
5. desgl.	11,151	200	60	3,750
6. A. niger, Stamm Berlin .	8,291	200	42	2,501
7. A. niger, Mutante II Schiem.	0,833	30	30	0,296
8. desgl.	9,030	200	53	7,442
9. A. niger, Mutante I Schiem.	0,405	30	66	0,645
10. A. ochraceus	0	30	66	0,495
11. A. giganteus	0	100	145	1,502
12. A. clavatus	0,250	100	170	1,051
13. A. flavus	0	200	140	3,352

Uns gehen hier nur die Oxalatzahlen an; die Menge der gebildeten Oxalsäure ist bei den einzelnen Stämmen, wie den Mutanten von A. niger, stets so beträchtlich — hier ist nur ein Teil der verschiedenen Versuche wiedergegeben —, daß selbst kleine Fehler der Methode dabei nicht ins Gewicht fallen. Auf 0,5 g Pilzgewicht kommt bei den säurenden Formen bis über 1 g Calciumoxalat. Der Zuckerverbrauch war in den verschiedenen Fällen sehr ungleich schnell; die degenerierte Form ließ in allen Fällen den größeren Teil unzersetzt (so in Versuch Nr. 3 über 20 g von 24 g), während er in den Versuchen mit den Mutanten bei Versuchsabschluß restlos verschwunden war, alle übrigen gaben noch mehr oder minder deutliche Reaktion mit Kupferlösung. Die Mutante II ähnelt im Aussehen ganz dem A. ochraceus (kork- bis braungelbe Decken); ihr ausgesprochenes Säurebildungsvermögen unterscheidet sie aber scharf von ihm, A. clavatus säuert, wenn auch weit schwächer als die A. niger-Formen, A. giganteus dagegen nicht, auch darin sind beide Pilze gut unterschieden; die beiden Mutanten haben trotz Änderung anderer Eigenschaften das lebhafte Oxalsäurebildungsvermögen der Stammform (Nr. 6 der Tabelle) beibehalten, doch ist es, wie auch andere Versuche zeigten, bei der dunklen M. I merklich schwächer, bei der hellen, korkfarbigen M. II aber besonders intensiv. Ihr völliges Fehlen bei der degenerierten Form hängt vielleicht mit der stark herabgesetzten Stoffwechselintensität zusammen; der Unterschied in der chemischen Leistungs-

---

[1]) Einzelheiten der Versuchsanstellung und Verarbeitung übergehe ich hier; bei anderer Gelegenheit komme ich darauf zurück, im wesentlichen war sie, wie ich früher schon geschildert (Botan. Zeitg. 1892). Pilzgewicht ist Differenz zweier Wägungen vor und nach Behandlung mit heißer Salzsäure. Würze stets von 15° Bllg. in den Versuchen 3, 5, 6, 8, 13 konzentriert, in den übrigen auf die Hälfte verdünnt. Über die Mutanten vgl. E. Schiemann in Zeitschr. indukt. Abstammgs.- u. Vererbgsl. Bd. 8. 1912. H. 1.; diese Kulturen verdanke ich der Freundlichkeit der Verfasserin.

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

fähigkeit ist fast auffällig; in ungefähr gleicher Zeit erzeugte sie nur Bruchteile an Pilzsubstanz. Auf den nur relativen Wert von Trockensubstanzbestimmungen alter Pilzdecken brauche ich hier nicht hinzuweisen; die lange Kulturdauer wurde natürlich zwecks möglichster Anhäufung des Oxalats gewählt.

Unser sporenloser Pilz bildet zwar keine nachweisbaren Oxalsäuremengen, in geringer Menge war dagegen eine andere Säure vorhanden, die ein wasserlösliches Kalksalz bildet, bislang aber in einer für Analyse ausreichenden Quantität nicht erhalten werden konnte; Schwierigkeiten bereitet schon die Verarbeitung der noch zuckerreichen Kulturflüssigkeit; auch vorherige Vergärung des hinderlichen Zuckers durch Hefe führte bislang nicht zum Ziel.

Von größerem Interesse ist sein bereits von Schramm festgestelltes Gärvermögen, doch scheint der entstehende Alkohol nicht Äthylalkohol, sondern ein höherer homologer zu sein, vielleicht Propylalkohol oder ein sonstiger Bestandteil des sogenannten Fuselöls, jedenfalls einer mit höherem Siedepunkt als 78°. Besonders auffällige Gärungserscheinungen ließen meine unter anderen Bedingungen (mit Würze) angestellten, nicht sehr zahlreichen Versuche übrigens vermissen; die Umstände sind da wohl von Einfluß.

Zur Klarstellung wurde der oben genannte Versuch Nr. 3 nach dieser Seite genauer verarbeitet, die angenehm rotweinartig riechende Kulturflüssigkeit (ungehopfte Brauereiwürze) gab ohne weiteres Jodoformreaktion; der Destillation unterworfen, begann sie bei 98° zu sieden, das aufgefüllte Destillat zeigte ein spezifisches Gewicht von 0,9998. Es wurde dann ohne nennenswerten Erfolg zu fraktionieren versucht; die ersten Fraktionen begannen wieder bei 98° zu sieden, dann blieb die Temperatur auf 100° stehen, wobei, mit Ausnahme der ersten öligen Tropfen, alles übrige ohne Siedepunkterhöhung überging. Auch die erste Fraktion der dritten Destillation hatte wieder einen bei nahezu 100° liegenden Siedepunkt, gab zwar deutliche Jodoformreaktion, roch aber nicht alkoholisch, sondern ausgesprochen rein fuselig. Jodoformreaktion gibt u. a. auch normaler Propylalkohol (sie allein sagt also nichts für Äthylalkohol aus), sein Siedepunkt liegt bei 97°, der des Isobutylalkohols bei 108°, des Äthylalkohols bei 78°. Für genaue Bestimmungen sind größere Flüssigkeitsmengen erforderlich.

Daß es sich um keine gewöhnliche Alkoholgärung handelt, scheint mir gleichfalls aus der Angabe Schramms hervorzugehen; derselbe sagt nur, daß sich unter den entwickelten Gasen auch Kohlensäure befand; neben ihr war also vielleicht noch Wasserstoff vorhanden.

Angesichts der verschiedenen Tatsachen wäre es natürlich von höchstem Interesse, mit absoluter Sicherheit die Zugehörigkeit dieser Pilzform zu A. niger festzustellen; rein persönlich sehe ich keinen Grund, das zu bezweifeln, für Dritte hat dies Moment aber kaum Beweiskraft. Die Möglichkeit, daß sich bei lange Zeit fortgesetztem Überimpfen einer Kultur schließlich einmal eine Infektion einschleicht und überhand nimmt, ist a priori natürlich nicht ganz ausgeschlossen; in vorliegendem Falle hat diese Erwägung freilich nicht viel für sich. Dieser sonderbare Pilz hat tatsächlich alle morphologischen wie physiologischen Merkmale des A. niger verloren, statt der Konidienträger bildet er eine bei der Stammform bislang unbekannte Sproßform, das Wachstumsoptimum ist um viele Grade — gegen 10° — gesunken (Schramm), Wachstumsintensität ist stark herabgesetzt, Oxalsäurebildung fehlt, dagegen zeigt sich Gärvermögen unter Bildung eines höheren Alkohols. Tiefer greifend kann man eine Umwandlung sich kaum vorstellen; geblieben ist eigentlich nur das Mycel, mit der Besonderheit, im Alter einen dunklen Farbstoff zu erzeugen, dessen wirkliche Identität mit dem Konidienfarbstoff des A. niger aber noch genauer zu zeigen ist. Nicht nur die völlige Charakteränderung dieser Spezies überrascht; die bisherigen Erfahrungen — ich habe die sporenlose Form seit gut 3 Jahren in Kultur — deuten überdies auf so große Beständigkeit der Abweichungen, daß man nur mit Mühe den Verdacht, hier irgend einen sonstigen Pilz vor sich zu haben, zurückdrängt; einen anderen Weg, diesen Verdacht definitiv zu beseitigen, als zu versuchen, die degenerierte Form von neuem experimentell zu erzeugen, sehe ich nicht. Vielleicht ist das ja möglich.

Hannover, Januar 1919.

Bakter. Laborator. des Techn.-Chem. Instituts
der Techn. Hochschule.

Nachdruck verboten.

Studien über die Schimmelpilze des Brotes.[1]

Von Dr. **W. Herter** und Dr. **A. Fornet**,
Vorstand der Botanisch-Bakteriologischen Abteilung.
Vorstand der Bäckerei-Abteilung der Versuchsanstalt für Getreideverarbeitung in Berlin.

Mit 13 Abbildungen und 2 Tafeln.

I.

Die auf Brot vorkommenden Schimmelpilze und der durch sie verursachte Schaden.

Im Gegensatz zu den als blutendes und als fadenziehendes Brot bekannten Brotkrankheiten, die durch Spaltpilze verursacht werden, sind beim schimmelnden oder bärtigen Brot stets Fadenpilze als Erreger nachzuweisen. In der Literatur werden folgende Pilze als auf Brot gefunden genannt:

Am häufigsten Pilze aus der Familie der Aspergillaceen. Unter diesen befindet sich stets Penicillium crustaceum (L) Fries[2]) (= Penicillium glaucum Link[3]), sodann werden verschiedene Aspergillus-Arten angegeben: A. candidus (Pers.) Link (= A. candidus I Wehmer [2, 3] = A. albus Wilhelm), A. flavus Link, A. fumigatus Fresen., A. glaucus (L.) Link[4]), (= Eurotium herbariorum Link[5]), A. nidulans (Eidam) Winter[6]), A. niger van Tiegh., A. ochraceus Wilhelm, ferner die Zygomyceten Rhizopus nigricans Ehrenb.[7]) (= Mucor stolonifer Ehrenb.[8]), Rh.

---

[1] Die Arbeit war ursprünglich betitelt: „Das Schimmeln des Brotes und seine Verhütung“ und enthielt einige auf die Kriegswirtschaft bezügliche Abschnitte. Durch die Kriegszensur wurde der Abdruck der Arbeit in einer Zeitschrift, die nach dem neutralen Ausland versandt wird, zunächst ganz verboten, dann aber nach Streichung der betreffenden Abschnitte gestattet. Infolgedessen zog sich die Drucklegung in die Länge. Der vorliegende Abdruck enthält wieder einen Teil der gestrichenen Stellen.

[2] Herter (3). Vgl. das Literaturverzeichnis am Schluß der Arbeit.

[3] Rochard, Welte, Pott, Lafar, Neumann, Maurizio.

[4] Rochard, Lafar, Neumann, Herter (2, 3).

[5] Pott, Strasburger.

[6] Welte.

[7] Rochard, Lafar, Neumann, Herter (3).

[8] Welte.

nodosus Namyslowski, Thamnidium aurantiacum Krassinski[1]), Th. elegans (Fries) Link[2]) sowie zahlreiche Mucor-Arten: M. ambiguus Vuillemin, M. brevipes Riess, M. de Baryanus Schostakowitsch, M. erectus Bainier, M. globosus A. Fischer, M. heterogamus Vuillemin, M. heterosporus sibiricus Schostakow., M. plumbeus Bonord. (= M. spinosus van Tiegh.), M. pusillus Lindt, M. racemosus Fresen., selbst M. Mucedo L.[3]) und schließlich Oospora aurantiaca (Lév.) Hert. (= Oidium aurantiacum Lév.[4]), O. variabilis (Lindn.) Lindau (= Monilia variabilis Lindn.[5]), O. lactis (Fresen.) Lindau[6]) (= Oidium lactis Fresen.[7]), Endomyces fibuliger Lindn., Mycoderma cerevisiae Aut.[8]).

Die letzteren Pilze sind schon keine eigentlichen Schimmelpilze mehr, da das für diese typische, weithin ausgebreitete, lockere Geflecht von Schimmelfäden fehlt. Immerhin mögen sie hier erwähnt werden.

Nähere Angaben über das Vorkommen dieser Pilze auf Brot (welches die häufigeren Arten sind, welche Gebäckarten sie bevorzugen, bei welchen Temperaturen sie erscheinen usw.) sind kaum in der Literatur zu finden. Meist sagen die Autoren schlechtweg „wächst auf Brot". Oft ist nicht einmal zu ersehen, ob der Pilz auf Brot gefunden, oder ob er erst auf Brot gezüchtet wurde.

Der erste Wissenschaftler, der sich mit dem Schimmeln des Brotes eingehend beschäftigte, ist Welte. Dieser Forscher behandelt indessen hauptsächlich den Einfluß des Verschimmelns auf die chemische Zusammensetzung des Brotes. Über die Schimmelerreger selbst gibt er nur an, daß er mit Penicillium glaucum, Aspergillus nidulans und Mucor stolonifer (= Rhizopus nigricans) von „Graubrot" gearbeitet habe. Die Bestimmung der Arten ist möglicherweise unsicher, da es Welte, „trotz der größten Sorgfalt, nicht immer gelang, tadellose Reinkulturen davon (von Mucor stolonifer) zu erhalten."

Zahlreiche Autoren vor und nach Welte geben Penicillium glaucum, Rhizopus nigricans, Mucor mucedo, seltener auch Aspergillus glaucus als Brotschimmelpilze an.

Einen ersten Versuch, unter den Angaben der Literatur kritisch zu sichten, macht Lafar. Nach ihm sind „Penicillium glaucum, Rhizopus nigricans, nebst dem (in dieser Hinsicht aber noch nicht näher geprüften) Aspergillus glaucus, wohl die häufigsten auf Brot auftretenden Schmarotzer".

Wehmer (3) sagt bereits mit voller Bestimmtheit von Aspergillus glaucus: „Sicher ist er ein Hauptschimmelerreger für Schwarzbrot."

Zu ähnlichen Anschauungen kommt Herter, der zugleich auch einige Angaben darüber macht, auf welchen Brotarten die Schimmelpilze gefunden werden. Er sagt (2): „Aspergillus glaucus ist auf Kommißbrot, auf Pumpernickel und dergl. eine allbekannte Erscheinung." Und an einer anderen Stelle (3); Besonders das Kommißbrot neigte zur Schimmelbildung . . . Die Rasen von Penicillium crustaceum durchzogen, von der Kruste beginnend, nach und nach das ganze Brot. Daneben siedelten sich Aspergillus-Arten und Rhizopus nigricans an . . . Feldzwieback war seltener von Aspergillus glaucus befallen, was auf unzweckmäßige Trocknung und Aufbewahrung zurückgeführt wurde.

Andere Pilze sind nur gelegentlich gefunden worden. Infolgedessen sind die Angaben darüber noch spärlicher.

Aspergillus ochraceus ist von Wilhelm auf Schwarz- und Kommißbrot gefunden worden.

Von Aspergillus candidus gibt Wehmer (2, 3) an, daß dieser Pilz mit Vorliebe auf verschimmeltem Pumpernickel auftritt.

---

[1]) Lafar.

[2]) Wehmer (4).

[3]) Rochard, Neumann.

[4]) Rochard, Lafar, Maurizio, Murtfeld.

[5]) Lindner (1, 2, 3), Buchwald (1).

[6]) Herter (2).

[7]) Pott.

[8]) Herter (2).

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

Oospora aurantiaca scheint ein sporadisch und dann epidemisch auftretender Brotschimmel zu sein. 1831 entdeckt, machte sich der Pilz in den Jahren 1842—43 und 1871 in den Pariser Militärbäckereien unliebsam bemerkbar. Nach Rochard und Lafar handelt es sich bei jenen Epidemien um 2 verschiedene Pilze, Oidium aurantiacum und Thamnidium aurantiacum. Lindau erkennt anscheinend keinen der beiden Pilze an, er beschreibt nur eine Monilia aurea, die auf Holz, faulender Rinde und faulenden Moosen vorkommt. Erst in jüngster Zeit kam wieder eine Nachricht über den Brotschädling in die Öffentlichkeit: Im Sommer 1917 fand Murtfeldt[1]) das Oidium aurantiacum auf Roggenbrot in einer „Verkaufsnebenstelle" einer Bäckerei in Minden i. W.

Oospora variabilis ist von Lindner (1, 3) auf feucht gehaltenen Berliner „Knüppeln" entdeckt und später von Buchwald (1) auch auf Roggenbrot gefunden worden. Die Kahmhefeform dieses Pilzes hatte vermutlich auch Herter (3) vor sich, als er berichtete: „Die Poren eines aus dem Felde stammenden Brotes waren über und über mit kleinen, weißen Stippchen bedeckt, auch auf dem Feldzwieback fand Berichterstatter in einem Lazarett des Ostens derartige kleine Kahmrasen."

Endomyces fibuliger wurde von Lindner (2, 3) auf Roggenbrot gefunden.

Auch Oospora lactis und Mycoderma cerevisiae verursachen nach Herter (2) weiße Flecken auf Brot.

Seit einer Reihe von Jahren hat nun an der Versuchsanstalt für Getreideverarbeitung der eine Verf. die dort zur Untersuchung eingeschickten oder sonst irgendwie erhältlichen Gebäcke auf das Vorkommen von Schimmelpilzen hin beobachtet. Der andere Verf. hat eine große Zahl von Gebäcken eigens zu dem Zwecke herstellen lassen, um das Wachstum der Schimmelpilze auf denselben unter den verschiedensten Bedingungen zu verfolgen.

Es wurden hierbei folgende 13 Spezies, nach der Häufigkeit ihres Vorkommens geordnet, festgestellt:

Aspergillus glaucus Link, Rhizopus nigricans Ehrenberg, Penicillium crustaceum (L) Fries, Oospora variabilis (Lindn.) Lindau, Penicillium olivaceum Wehm., Aspergillus fumigatus (Fresen.) de Bary, A. niger van Tiegh., A. flavus Link, A. nidulans (Eidam) Winter, A. candidus (Pers.) Link, Mucor pusillus Lindt, [Oospora lactis (Fresen.) Lindau, Mycoderma cerevisiae Aut.].

Vergleicht man diese Liste mit der obigen, so ergibt sich als neu zunächst der Fund des Penicillium olivaceum, das von seinem Entdecker (Wehmer[2])) nur auf reifen Südfrüchten beobachtet worden ist. Von den 7 Aspergillus-Arten wurden 6 wiedergefunden, darunter auch A. nidulans, dessen Vorkommen auf Brot anscheinend von Wehmer bezweifelt wird. Jedenfalls gibt er die Art für Brot nicht an und sagt (3), daß sie ziemlich selten zu sein scheint. Die Art wurde von ihrem Entdecker Eidam auf einem Hummelnest gefunden[3]).

---

[1]) Herr Dr. Murtfeldt hatte die Liebenswürdigkeit, uns Abbildungen und Kulturen des Pilzes zuzusenden. Die Untersuchung des Pilzes führte uns dazu, den Pilz zur Gattung Oospora zu stellen, wenn auch zugegeben werden muß, daß der Pilz ebensogut als Monilia angesprochen werden kann. Er bildet indessen ebenso wie manche Oospora-Arten zylindrische, im Zickzack auseinanderfallende Fortpflanzungskörper, weshalb wir ihn zu dieser Gattung stellen. Monilia und Oospora sind jedenfalls sehr nahe verwandte Gattungen.

[2]) Leider konnte Herr Prof. Dr. Wehmer, dem eine Reinkultur des Pilzes zugesandt wurde, nicht entscheiden, ob wirklich sein Penicillium olivaceum vorlag. Mit der von Wehmer (3) gegebenen Beschreibung stimmt unser Pilz indessen genau überein.

[3]) Nach Wehmer (3) liegt das Temperaturoptimum des Aspergillus nidulans bei 40° C. In unseren Kulturen trat eine besondere Vorliebe des A. nidulans für diese Temperatur nicht zutage. Er wuchs bei Temperaturen von 15 bis 45° C. Wir identifizieren unseren Pilz trotzdem mit A. nidulans, da er in allen

Nicht beobachtet wurden: Aspergillus ochraceus, Endomyces fibuliger sowie sämtliche Zygomyzeten, mit Ausnahme von Rhizopus nigricans und Mucor pusillus. Aspergillus ochraceus ist vielleicht nichts anderes als A. flavus. Endomyces fibuliger ist nur gelegentlich und die meisten Mucor-Spezies sind vielleicht nur auf völlig verfaultem Brot gefunden worden, also unter Bedingungen, die denen der Praxis nicht entsprechen. Für einige Mucor-Arten bezweifeln wir überhaupt das Vorkommen auf Brot, so z.B. für den Mistbewohner Mucor mucedo, den Rochard auf Brot gefunden zu haben behauptet und der nach Neumann „auf Fruchtsäften, häufig auch auf Brot“ anzutreffen sein soll.

Über Oospora lactis und Mycoderma cerevisiae sind die Akten noch nicht geschlossen. Die beiden Pilze spielen jedenfalls als Schimmelerreger keine Rolle und bleiben deshalb im folgenden außer Betracht.

Die Veränderungen des Brotes, welche die Schimmelpilze hervorrufen, sind mehrfach Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen gewesen. Vor allem ist auf den starken Gewichtsverlust aufmerksam gemacht worden, der auf die Zersetzung und Veratmung der Kohlehydrate, also Stärke und Zucker, zurückzuführen ist.

Infolge der Veratmung der Kohlehydrate steigt der relative Gehalt an stickstoffhaltigen Bestandteilen und erreicht schließlich eine Höhe, die weit über den Normalgehalt im gesunden Brote hinausragt. Der absolute Stickstoffgehalt wird indessen, wie Welte festgestellt hat, durch das Verschimmeln weder erhöht, noch herabgesetzt. Peptone werden, wenigstens durch die von Welte geprüften Schimmelpilze, nicht gebildet. Das Eiweiß wird durch den Pilz in teilweise wasserlösliche Stickstoffverbindungen übergeführt.

Über die durch die Stickstoffsubstanz des Schimmelpilzes selbst verursachte Anreicherung des Brotes an Stickstoffverbindungen liegen, soweit uns bekannt, noch keine Untersuchungen vor. Wenn diese Eiweißbestandteile gut verdaulich und bekömmlich sein sollten, so wäre verschimmeltes Brot eventuell geradezu als Nahrungsmittel, wie Roquefortkäse, Hefe, die Marktpilze usw., anzusehen.

Es ist aber nicht zu leugnen, daß der Mensch gegen verschimmeltes Brot vielfach eine Abneigung besitzt. Verschimmeltes Brot wird als unappetitlich und als bitter bezeichnet. Es liegen sogar Angaben über Gesundheitsschädlichkeit verschimmelten Brotes vor. So berichtet Laffon nach Maurizio über eine Erkrankung nach dem Genusse bärtigen Brotes. Ähnliche Fälle werden von Rochard, Husemann und Robertson zitiert. Allerdings liegen alle diese Beobachtungen schon mehrere Jahrzehnte zurück und lassen auch nicht erkennen, ob an der bemerkten Schädlichkeit tatsächlich die Schimmelpilze oder aber andere Kleinlebewesen (Bakterien) die Schuld tragen, welche in solchem Brote neben jenen zugegen waren (Lafar). Nach Pott nimmt „schimmliges (mit Mucorpilzen, Penicillium glaucum, Aspergillus nidu-

---

übrigen Punkten mit der Beschreibung dieses Pilzes übereinstimmt. Die Vermutung Herters (1), daß Aspergillus Sydowii Bainier et Sartory (Temperaturgrenzen 13—41°) dem A. nidulans sehr nahe steht, wird durch unsre Untersuchungen bestätigt.

lans, resp. Eurotium herbariorum, zuweilen auch mit Oidium lactis und noch anderen Pilzen durchwachsenes) Brot nach den mit Pferden und Schweinen gemachten Erfahrungen zuweilen fast giftige Eigenschaften an, bewirkt Koliken, Auftreibung des Hinterleibes, dünnen Mistabsatz, Entzündungen der Eingeweide, Fehlgeburt und sogar Todesfälle. Schimmliges Brot kann nicht einmal immer durch Kochen unschädlich gemacht werden".

Derartigen Angaben widerspricht bereits Welte auf das entschiedenste. Er trank selbst einen Auszug von 20 g durch Penicillium crustaceum völlig verschimmelten Brotes mit 75 ccm Wasser, ohne die geringsten Beschwerden danach zu verspüren. Sodann bestrich er ein Semmelbrötchen dick mit Konidien desselben Pilzes und verzehrte dasselbe, ebenfalls ohne irgendwelche nachteiligen Folgen. Er stellte auch Fütterungsversuche mit Penicillium crustaceum, Aspergillus nidulans und Rhizopus nigricans an. Aus denselben sowie aus ähnlichen Versuchen Zippels mit Penicillium crustaceum ergibt sich, daß diese Schimmelpilze und die durch sie auf Brot erzeugten Stoffwechselprodukte auch auf Tiere keinerlei toxische Wirkung ausüben und ohne jede Gefahr nicht nur von Menschen, sondern auch von Hunden, Katzen, Kaninchen, Ziegen und Pferden genossen werden können.

Zu ähnlichen Ergebnissen gelangte auch der eine Verf., welcher längere Zeit hindurch stark geschimmeltes Brot, ebenso wie verschimmelte Kleie, an Hunde, Kaninchen, Hühner, Enten und Gänse verfütterte, ohne eine Schädigung der Tiere zu bemerken.

Bei der Nachprüfung des Geschmackes von mehreren als bitter bezeichneten, von Schimmel befallenen Broten durch den einen Verf. konnte in der Regel ein bitterer Geschmack nicht wahrgenommen werden. Auch wurde uns von anderer Seite versichert, daß der Geschmack von selbst stark verschimmeltem Brot — es handelt sich wohl stets um Roggenbrot mit Befall von Aspergillus glaucus — nicht als bitter und nicht einmal als unangenehm zu bezeichnen wäre. Vielleicht ist also die eine Person empfindlicher gegen den Pilzgeschmack als die andere. Sicher hängt auch der Geschmack von der Art, dem Alter, der Menge der einzelnen Schimmelpilze und ihrer Stoffwechselprodukte sowie von dem Substrat ab, ganz abgesehen davon, daß für den Geschmack verschimmelter Nahrungsmittel ohne weiteres nicht die Schimmelpilze verantwortlich gemacht werden dürfen, sondern daß derselbe auch durch die bakteriellen Zersetzungen beeinflußt werden kann. Herter (4) fand z. B. den Geschmack eines Breies aus durch Aspergillus candidus (Pers.) Link verdorbenem Weizen bitter und kratzend. Ein später von demselben Verf. untersuchter Brei aus Gerste, welche ebenfalls, allerdings in geringerem Maße, durch Aspergillus candidus, sowie ferner durch Aspergillus glaucus befallen war, schmeckte einwandfrei.

Nach Maurizio wird bärtiges Brot viel häufiger, als der verwöhnte Städter annimmt, genossen. Überall dort, wo selten, einmal im Monat, oder 1—2mal im Jahre gebacken und daher größerer Brotvorrat gehalten wird, verzehrt man den Schimmel mit dem Brot ohne Schaden.

Wie dem auch sei, ganz allgemein wird man die Harmlosigkeit verschimmelten Brotes nicht behaupten dürfen, schon aus dem Grunde, weil in der Praxis mit der Mykose stets eine Bakteriose Hand in Hand gehen wird, über deren Wirkungen man noch wenig orientiert ist. Vorsicht ist also durchaus geboten.

Vom ökonomischen Standpunkte ist selbst unter der Voraussetzung der restlosen Verwendung des Schimmelbrotes zu Ernährungs- und Fütterungszwecken die Überführung der Kohlehydrate des Brotes in das Pilzeiweiß, also eine Umwandlung von Nahrungsstoffen, die unmittelbar vom Menschen aufgenommen werden können, in andere — noch dazu in solche, die unter Umständen erst in Form von animalischen Nahrungsmitteln dem Menschen wieder zugute kommen — unrationell.

Jedenfalls aber gehen zur Zeit, da verschimmeltes Brot in der Regel überhaupt nicht oder doch nur zum kleinen Teil zur Viehfütterung verwendet wird, alljährlich, zumal in den Sommer- und Herbstmonaten, große Mengen Brot verloren. Das beweisen zur Genüge die zahlreichen verschimmelten Gebäcke, die bei der Versuchsanstalt für Getreideverarbeitung zur Untersuchung Jahr für Jahr eingehen.

II.

Die Lebensbedingungen der Schimmelpilze des Brotes und ihre Bekämpfung.

Um einwandfrei festzustellen, wieweit die in Büchern enthaltenen Angaben über das Schimmeln des Brotes und seine Verhütung den Tatsachen entsprechen, entschlossen wir uns, zuerst einmal systematisch und experimentell das Auftreten und die Entwicklung der Schimmelpilze unter verschiedenen, der Praxis angepaßten Bedingungen zu verfolgen, festzustellen, woher die auftretenden Pilze stammen, wie die Infektion zustande kommt, welchen Einfluß der Keimgehalt der Umgebung, die Feuchtigkeit der Atmosphäre wie des Substrates, die Wärme, die chemische Zusammensetzung des Gebäckes auf den Schimmelbefall ausüben. Aus den Beobachtungen hofften wir schließlich, Vorschläge für die Praxis ableiten zu können.

Was zunächst die Herkunft der Schimmelpilze anlangt, so gibt uns das Vorkommen derselben auf Getreide bereits einen Fingerzeig dafür. Nach Buchwald kommen als Erreger des schimmelnden Getreides Aspergillus glaucus und Penicillium crustaceum in Betracht, also die Arten, die auch auf dem Brot zu den häufigsten gehören. Ob Aspergillus glaucus, wie Buchwald (2) will, stets der primäre Erreger ist, verdient weiter nachgeprüft zu werden. Der eine Verf. fand häufig auch Penicillium crustaceum als alleinigen Schimmelerreger auf Roggen, Weizen, Gerste, Hafer und Mais. Auf das Vorkommen des Aspergillus candidus auf Weizen und Gerste wurde bereits hingewiesen. In dem Weizenfalle wurde Aspergillus candidus als einziger Schimmelpilz angetroffen. Da dieser Pilz sich besonders üppig bei hoher Temperatur (35° C) entwickelt, vermutete Herter (4), daß sich das Getreide, infolge mangelhafter Durchlüftung, erhitzt hatte und so der Zersetzung durch wärmeliebende Mikroorganismen anheimgefallen war. Auch dieser Pilz ist in der obigen Liste der Brotschimmelerreger wiederzufinden.

In muffigen Müllereiprodukten (Schrot, Mehl, Kleie usw.) ist, wie der eine Verf. seit Jahren zu beobachten Gelegenheit hatte, sowohl Aspergillus glaucus als auch Penicillium crustaceum zu finden. Vereinzelt wurden auch andere Aspergillaceen sowie Rhizopus nigricans in den Müllereierzeugnissen angetroffen.

Es liegt demnach auf der Hand, anzunehmen, daß die Schimmelpilze bereits mit dem Getreide in die Mühle und mit dem Mehl in die Bäckerei kommen. Ihre Konidien, die noch erheblich kleiner und leichter als Roggen- und Weizenstärkekörner sind, fliegen mit dem Staub in der Backstube umher und sind daher jederzeit imstande, das Brot zu infizieren. In unsauberen Betrieben siedeln sich die Schimmelpilze in den Ecken, an den Wänden, Decken, Fußböden, in alten Brotkästen an und werden durch den geringsten Luftzug, ferner durch Insekten (Fliegen, Motten, Käfer u. dergl.) von einem Brot zum andern übertragen.

Der Beweis, daß die Luft in der Bäckerei besonders viel keimfähige Schimmelpilzkonidien enthält, wurde durch folgenden Versuch erbracht.

Mit Bierwürzeagar beschickte, sterile Petrischalen wurden an verschiedenen Orten 5 Minuten lang dem Schimmelbefall ausgesetzt und hierauf bei Zimmertemperatur aufbewahrt. Es zeigte sich, daß die Zahl der Pilzkeime in dem Raume der Versuchsbäckerei, in welchem ständig die Untersuchung der einlaufenden Mehle verschiedenster Qualität geschieht, am größten war. Die zweitgrößte Keimzahl ergaben die Räume des Botanischen Laboratoriums, eine mittlere Keimzahl zeigte der Kellerraum, geringen Keimgehalt hatte der Bodenraum, noch geringeren das Dach. Sterile Schalen, in welche Fliegen oder Mehlmotten gesetzt worden waren, ergaben stets eine größere Anzahl von Keimen. Unter den gefundenen Keimen überwogen Aspergillus glaucus, Rhicopus nigricans und Penicillium crustaceum.

Wurden Brote an den gleichen Orten dem Schimmelbefall ausgesetzt, so ergab sich ein ganz entsprechender Schimmelbefall.

Die Frage, wie die Infektion des Brotes zustande kommt, ist bisher nicht einheitlich beantwortet worden. Lafar sagt zwar bereits, auf Grund der Versuche Weltes[1]), daß gut ausgebackenes Brot, welches zu schimmeln beginnt, stets von außen infiziert sein muß; die Konidien müssen nach dem Backen auf die Oberfläche des Brotes gekommen sein. von der aus sie dann durch kleine Risse der Rinde ihre Keimschläuche in das weiche und saftige Innere vortreiben und dieses nach und nach durchwühlen und zersetzen. Dagegen gibt noch Neumann an, daß man Schimmel im Innern von Broten mit vollständig geschlossener Kruste angetroffen hat; er fügt aber hinzu, daß diese Fälle wohl zu den Seltenheiten gehören. Die Verff. wissen aus Erfahrung, daß ganz allgemein in Bäcker- wie in Konsumentenkreisen die Überzeugung eingewurzelt ist, der Schimmel käme von innen.

Schneidet man ein stark verschimmeltes Brot an, so findet man allerdings auch oft das Innere von Schimmelfäden durchzogen; genauere Untersuchungen an mehreren Broten in verschiedenen Stadien des Schimmelns lassen aber bereits erkennen, daß der Pilz von außen her durch Risse eindringt (Tafel I, Fig. 1). Um jeden Zweifel an dieser Auffassung zu beheben, wurden folgende Versuche angestellt:

Es wurden Roggen- und Weizenbrote verschiedener Art gebacken, und zwar angeschobene und freigeschobene Roggenbrote, freigeschobene Weizenbrote, sämtlich aus dem bis 94 Proz. gezogenen Kriegsmehl, und in der vorgeschriebenen Größe hergestellt. Die angeschobenen Brote liegen bekanntlich im Ofen dicht nebeneinander, so daß sie seitlich aneinander stoßen, wie die Komißbrote, während die freigeschobenen Brote im Ofen so gelagert sind, daß sie sich nicht berühren, nach Art der gewöhnlichen Bäckerbrote. Bei der Herstellung der Brote wurde teils Sauerteig, teils Hefe verwendet, teils wurden sie schwach, teils normal, teils stark ausgebacken, teils blieben sie ganz, teils wurden sie halbiert. Ferner wurde ungerösteter und gerösteter Zwieback aus niedriger gezogenem Weizenmehl mit verschieden hohem Zuckergehalt hergestellt.

---

[1]) Welte ließ Päckchen mit Konidien von Penicillium crustaceum, Aspergillus nidulans und Rhizopus nigricans in Semmelbrötchen sowie in Schwarzbrote einbacken. Nach dem Backprozeß waren die Konidien nicht mehr keimfähig. Brotstücke aus dem Innern eines in einer kurz vorher von Schimmelmykose heimgesuchten Bäckerei bereiteten Brotes erwiesen sich als keimfrei.

Von den Broten wurde nun ein Teil offen an solchen Orten aufbewahrt, an denen Schimmelbefall leicht möglich war. Ein anderer Teil wurde sogleich nach dem Ausbacken in das gewöhnliche ungeleimte sogenannte Bäckerpapier eingewickelt. Bei einem 3. Teile wurde zunächst ebenso verfahren wie bei den Broten der 2. Reihe, dann wurden aber die eingewickelten Brote noch einmal etwa 10 Minuten lang zum Sterilisieren in den Ofen geschoben und schließlich, lediglich zum mechanischen Schutz, noch einmal in Papier eingeschlagen. Ein nachträglicher Befall durch Schimmel erschien so bei den Broten der 2. und vor allem bei denen der 3. Reihe, im Gegensatz zu den uneingeschlagenen Broten der 1. Reihe, nicht möglich. Die Brote wurden einige Wochen an verschiedenen Orten unter normalen wie extremen Feuchtigkeits- und Temperaturbedingungen gelagert.

Ferner wurden Gebäcke verschiedener Art in Blechbüchsen aufbewahrt, die folgendermaßen vorbehandelt waren:

a) Mit Konidienmaterial von Aspergillus glaucus beimpft.
b) Mit Konidienmaterial von Rhizopus nigricans beimpft.
c) Mit Konidienmaterial von Penicillium crustaceum beimpft.
d) Mit Konidienmaterial von Aspergillus glaucus und Rhizopus nigricans beimpft.
e) Mit Konidienmaterial von Aspergillus glaucus und Penicillium crustaceum beimpft.
f) Mit Konidienmaterial von Rhizopus nigricans und Penicillium crustaceum beimpft.
g) Mit Konidienmaterial von Aspergillus glaucus, Rhizopus nigricans und Penicillium crustaceum beimpft.
h) Unbeimpft.

Schließlich wurden aus notorisch schimmeligem Mehl Brote erbacken und unter denselben Bedingungen wie die Brote der 3 oben geschilderten Versuchsreihen aufbewahrt.

Es ergab sich nun folgendes:

Die offen aufbewahrten Brote zeigten fast sämtlich nach längerer oder kürzerer Aufbewahrungszeit Schimmelbildung. Von den in Papier eingewickelten Broten, die nicht weiter behandelt waren, erwies sich gegen Ende des Versuches nur ein kleiner Teil als im geringen Grade infiziert. Ebenso war auf den Broten, die nach dem Einwickeln nochmals in den Ofen geschoben waren, in wenigen Fällen gegen Ende der Versuche Schimmel zu erkennen. Während bei den gleich alten, offenen Broten der Schimmel durch Risse bereits in das Innere der Brote eingedrungen war, zeigte sich auf den eingewickelten Broten nur ganz oberflächlich hier und da ein kleiner Rasen. Beim weiteren Nachprüfen dieser Fälle konnte festgestellt werden, daß der Schimmel hier durch die Poren des ungeleimten Papieres eingedrungen war, und zwar nur dann, wenn das Papier durch Feuchtigkeit in seinem Zusam-

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

menhang gelitten hatte. Bei späteren Versuchen mit stärkerem Papier blieben die in derselben Weise sterilisierten Brote ausnahmslos steril. Die in den Büchsen aufbewahrten Gebäckstücke zeigten alle mehr oder weniger Schimmelbefall. In der mit Aspergilluskonidien beimpften Büchse kam vorzugsweise Aspergillus, in der mit Rhizopuskonidien beimpften Rhizopus, in der mit Penicillium beimpften Penicillium zur Entwicklung; in den mit Konidien mehrerer Pilze beimpften Büchsen kamen diese Pilze nebeneinander zum Vorschein (Tafel I, Fig. 2, 4). Je nach Temperatur, Art des Gebäckes und Zeitdauer zeigten sich hier Verschiedenheiten, auf die weiter unten eingegangen wird. Stets war zunächst nur äußerlich Befall festzustellen, während das Innere des Gebäckes sich noch als gesund erwies. Die aus verschimmeltem Mehl erbackenen Brote verhielten sich genau so wie die aus normalem Mehl hergestellten Gebäcke.

Aus diesen Beobachtungen geht unzweifelhaft hervor, daß der Pilzbefall, wenigstens unter normalen Verhältnissen, nicht von innen, sondern von außen stattfindet und daß Art und Menge der gerade in der Umgebung befindlichen Keime dabei eine, wenn auch nicht ausschlaggebende, Rolle spielen.

Ist das Gebäck von den Konidien des Schimmelpilzes befallen, so beginnen diese, sofort auszukeimen und sich weiter zu entwickeln, falls die Bedingungen günstige sind.

Zu den für die Pilze wichtigsten Lebensbedingungen gehört zweifellos die Feuchtigkeit. Um diesen Faktor, soweit es praktisch von Interesse ist[1]), zu studieren, wurden folgende Versuche angestellt:

Von sämtlichen oben erwähnten Gebäckarten wurden in der bereits geschilderten Form (ganz, halbiert, offen, eingewickelt) Proben an folgenden Orten aufbewahrt:

A) An zugigen Stellen, im belüfteten Brutschrank, in der luftigen Backstube.

B) Im Freien, gegen Regen durch ein Dach geschützt, sonst jedoch Wind und Wetter ausgesetzt.

C) Auf dem Boden bei geöffneten Fenstern.

D) Im ungelüfteten Zimmer.

E) Im feuchten Keller.

F) In geschlossenen Blechbüchsen und in einem mit Feuchtigkeit gesättigten Brutschrank.

Die Versuche fanden bei wechselnder Witterung während der Monate August bis Oktober statt.

Es ergab sich folgendes:

An den belüfteten Orten (A, B und C) hielt sich die Mehrzahl der Gebäcke mehrere Wochen lang. Nur an den der Zugluft nicht oder nur spärlich ausgesetzten Stellen trat etwas Schimmelentwicklung ein. Bei den im Freien aufbewahrten Broten kam der Pilz nur an der Unterseite, mit welcher die Brote auflagen, bei den auf dem Boden gelagerten Broten außer an der Auflagefläche auch an den Berührungsstellen der Brote untereinander (bei nicht voneinander getrennt hingelegten Broten) zur Entwicklung. Im unbelüfteten Zimmer wie im Keller (D und E) waren die Brote bereits nach 8 Tagen stark vom Schimmel befallen. Am schnellsten und am stärksten waren die Versuchsgebäcke, auch die Zwiebäcke, in den mit Feuchtigkeit gesättigten Behältern des letzten Versuches (F) verschimmelt.

---

[1]) Welte hatte bereits gefunden, daß Penicillium crustaceum und Aspergillus nidulans auf Brot mit nur 28 Proz. Wassergehalt gut zu wachsen vermögen und daß die Schnelligkeit des Schimmelwachstums mit dem Wassergehalt zunimmt, sodaß einerseits fast alle Brotarten, Zwieback ausgenommen, zum Schimmeln neigen, andererseits aber Semmeln viel seltener verschimmeln als schlecht gebackenes Schwarzbrot mit 50 Proz. Wassergehalt.

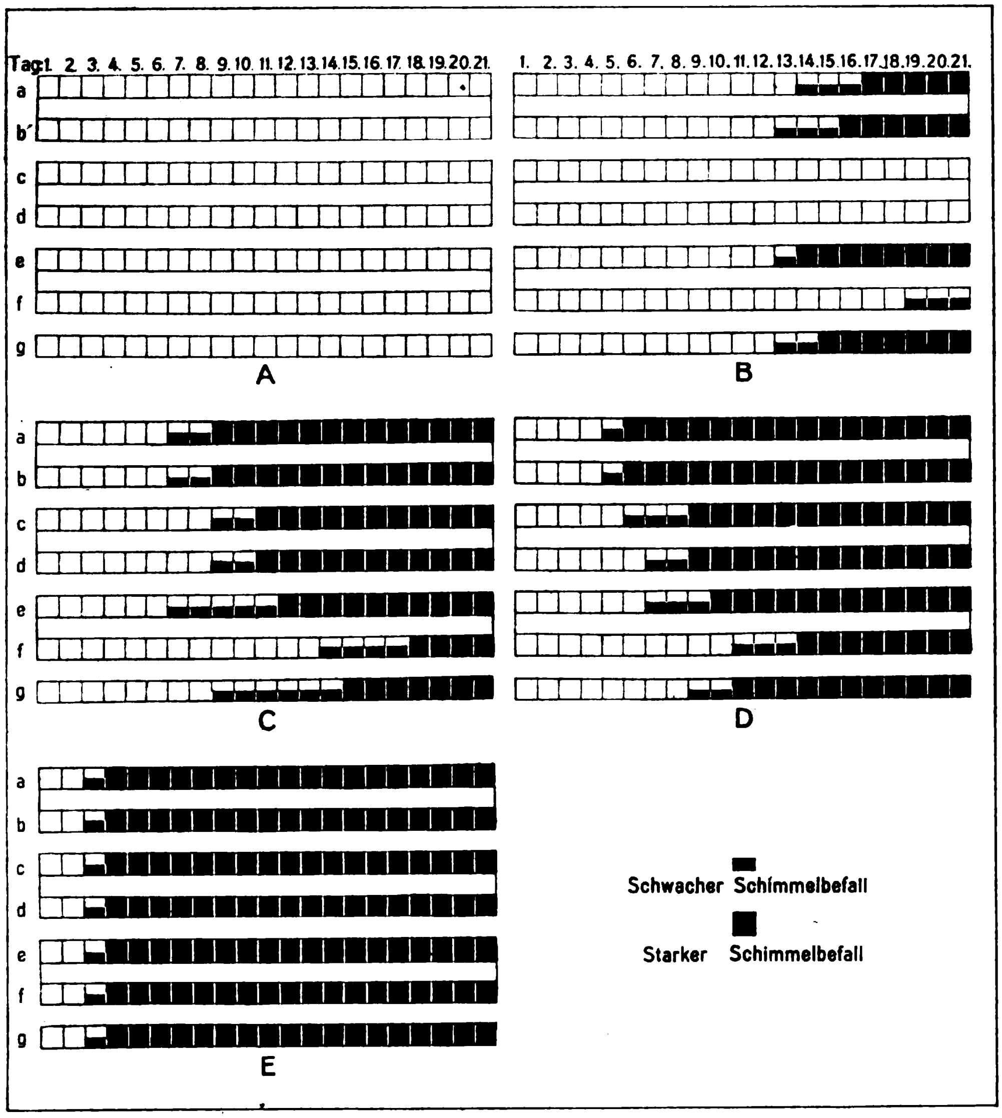


Abb. 1. Einfluß der Feuchtigkeit auf das Wachstum des Schimmelpilzes Aspergillus glaucus auf Brot. 1. bis 21. Tag.

A. Im belüfteten Brutschrank, in der gut belüfteten Backstube, im Freien sowie steril in Papier eingewickelt. B. Auf dem gut belüfteten Boden. C. Im schwach belüfteten Keller. D. Im unbelüfteten Zimmer. E. Im unbelüfteten Brutschrank, in geschlossenen Blechbüchsen.

a Schwach ausgebacken } ganz } angeschoben } Roggenbrot
b Stark ausgebacken } ganz } angeschoben } Roggenbrot
c Schwach ausgebacken } halbiert } angeschoben } Roggenbrot
d Stark ausgebacken } halbiert } angeschoben } Roggenbrot
e Schwach ausgebacken } frei geschoben } Roggenbrot
f Stark ausgebacken } frei geschoben } Roggenbrot
g Normal ausgebacken, frei geschoben, Weizenbrot

Die von einer gleichmäßigen, wasserarmen Kruste umgebenen, freigeschobenen Brote schimmelten später und weniger als die angeschobenen. Bei den angeschobenen Broten waren zuerst die Seiten, bei den schwach ausgebackenen, freigeschobenen Broten die Unterseiten, also stets die feuchteren Teile, vom Schimmel befallen. Die stark ausgebackenen Brote schimmelten später und weniger als die schwach ausgebackenen feuchteren Brote. Die halben Gebäcke, die rascher austrockneten als die ganzen, zeigten auch geringeren Schimmelbefall als diese. Sehr bald schimmelten die in Blechbüchsen aufbewahrten, und noch schneller die im feuchten Brutschrank gehaltenen Gebäcke, da diese keine Gelegenheit zum Austrocknen hatten:

Es wird also Schnelligkeit und Stärke der Pilzwucherung sowohl durch den Feuchtigkeitsgehalt der ursprünglichen Substanz als auch durch den Feuchtigkeitsgehalt der umgebenden Luft wesentlich beeinflußt (Abb. 1).

Der Wassergehalt der Gebäcke, der von 10 Proz. (gerösteter Zwieback) bis 50 Proz. (schwach ausgebackenes Brot) schwankte, scheint eine nicht ganz so wichtige Rolle zu spielen wie der Feuchtigkeitsgehalt der Umgebung. Es gelingt wohl, sehr feuchte Brote in trockener Luft schimmelfrei zu erhalten, dagegen verschimmeln in feuchter Luft stets auch die ganz trockenen, gerösteten Zwiebäcke, allerdings bedeutend langsamer als feuchtes Brot. Kleingebäck wird also in der Regel schimmelresistenter sein als Großgebäck.

Auf den unter natürlichen Verhältnissen gelagerten Broten kommen stets die hell graugrünen, wolligen Rasen des Aspergillus glaucus zur Entwicklung (Taf. I, Fig. 1, Taf. II, Fig. 5). Bei ungünstig werdenden Lebensbedingungen, z. B. Austrocknung oder Mangel an Nährstoffen, schreitet der Pilz nach 2—3 Wochen gewöhnlich zur Perithezienbildung, was durch lebhaft schwefelgelbe, später gelbrote Färbung leicht zu erkennen ist. In gewissen Fällen, so in den Blechbüchsen und im Brutschrank, traten auch andere Schimmelpilze auf (Taf. I, Fig. 2, 4, Taf. II, Fig. 6). Das läßt sich zum Teil aus dem größeren oder geringeren Feuchtigkeitsgehalt des Substrates und der Atmosphäre erklären. Aspergillus glaucus tritt bereits bei einem Feuchtigkeitsgehalt auf, der für die Entwicklung der anderen Pilze nicht ausreicht. Zum Teil deuten diese Befunde aber darauf hin, daß noch andere Faktoren für das Auftreten der verschiedenen Schimmelpilzarten verantwortlich zu machen sind.

Es spielt nämlich neben der Feuchtigkeit die Wärme im Leben der Pilze eine große Rolle. So schimmelten im warmen Zimmer die Brote schneller und stärker als im kalten Keller, im Sommer mehr als im Winter.

Um den Einfluß der Temperatur auf das Schimmelwachstum systematisch zu untersuchen, wurden die oben erwähnten Brotarten bei verschiedenen in der Praxis vorkommenden Temperaturen aufbewahrt, und zwar:

1. bei etwa 10° C
2. „ „ 15° „
3. „ „ 20° „
4. „ „ 25° „
5. „ „ 30° „
6. „ „ 35° „

Stets konnte festgestellt werden, daß bei niederer Temperatur, etwa bis zu 25° C, fast ausschließlich der graugrüne Aspergillus glaucus zur Entwicklung kam; nur unter ganz besonderen Bedingungen wurden hier neben oder an Stelle des Aspergillus glaucus die anfangs weiß-, schließlich mausgrauen Flocken des Rhizopus nigricans (Taf. I, Fig. 4a), die weißen, mehlstaubartigen Häufchen der Oospora variabilis (Taf. I, Fig. 4b) und schließlich, gewöhnlich erst nach Wochen, auch die blaugrünen Polster des Penicillium crustaceum (Taf. I, Fig. 2) beobachtet. Ganz anders verhielten sich die Brote, die bei höherer Temperatur, etwa bei 30—35° C, aufbewahrt wurden. Hier trat als erster Schimmelpilz das braungelbe Penicillium olivaceum auf, dessen glatt anliegende Polster sich in kurzem über die ganze Oberfläche des Gebäckes verbreiteten. Nach einiger Zeit kamen daneben Oospora variabilis sowie die graugrünen, graublauen bis rauchgrauen Rasen[1]) des Aspergillus fumigatus, die schwarzbraunen des Aspergillus niger, die gelbgrünen des Aspergillus flavus, die spangrünen des Aspergillus nidulans und schließlich nach einigen Wochen die schneeweißen bis cremefarbenen Rasen des Aspergillus candidus zum Vorschein (Taf. II, Fig. 6). Das Innere des Brotes war um diese Zeit gewöhnlich mit den hellgrauen wolligen Flocken des Mucor pusillus erfüllt.

Bisweilen traten auch schon bei Lufttemperaturen von 20—25° C kleine Rasen des Aspergillus niger auf. Dieser Pilz ist demnach von den wärmeliebenden Aspergillus-Arten der toleranteste, wie andererseits von den kälteliebenden Arten Aspergillus glaucus auch bei höherer Temperatur zur Entwicklung kommt. Die Temperatur des Brotes und, zumal in geschlossenen Behältern, auch die seiner Umgebung, war übrigens stets beträchtlich höher als die Zimmertemperatur. Es lag daher nahe, anzunehmen, daß durch den Stoffwechsel des Aspergillus glaucus die Temperatur bereits so stark gestiegen war, daß nunmehr Aspergillus niger die zu seiner Entwicklung notwendige Wärme fand.

Am schnellsten trat bei mittlerer Temperatur stets Rhizopus nigricans auf; am längsten dauerte es bei mittlerer Temperatur, bis Penicillium crustaceum zu beobachten war; bei niederer Temperatur war hingegen dieser Pilz den wärmeliebenden Arten gegenüber an Schnelligkeit des Wachstums voraus. Beide Arten, wie auch Aspergillus glaucus blieben bei hoher Temperatur hinter den wärmeliebenden Arten zurück, Aspergillus candidus trat gewöhnlich nach den übrigen Arten auf, aus welchem Grunde, blieb zweifelhaft.

Um die Abhängigkeit der einzelnen Schimmelarten von der Temperatur genauer zu verfolgen, wurden die 11 Brotschimmelpilze in Würzeagarröhrchen bei den obigen Temperaturen kultiviert. Es zeigte sich folgendes:

Bei 10° kommen Penicillium crustaceum, Rhizopus nigricans, Aspergillus glaucus und weniger gut auch Oospora variabilis zur Entwicklung. Die übrigen 8 Pilze lassen keinerlei Wachstum erkennen. Bei 15° beginnen, außer den genannten 4 Arten, Penicillium olivaceum, Aspergillus niger

---

[1]) Oospora bildet ganz flache Häufchen, die Penicillium-Arten überziehen krusten- oder polsterförmig das Substrat, die Aspergillus-Arten bilden höhere, lockere Rasen, Rhizopus und Mucor durchziehen das Substrat oder wachsen in großen, wolligen Flocken oder Bärten aus dem Substrat heraus. Bei großer Luftfeuchtigkeit heben sich auch die Aspergillaceen flockig von der Oberfläche ab. (Taf. I u. II.)

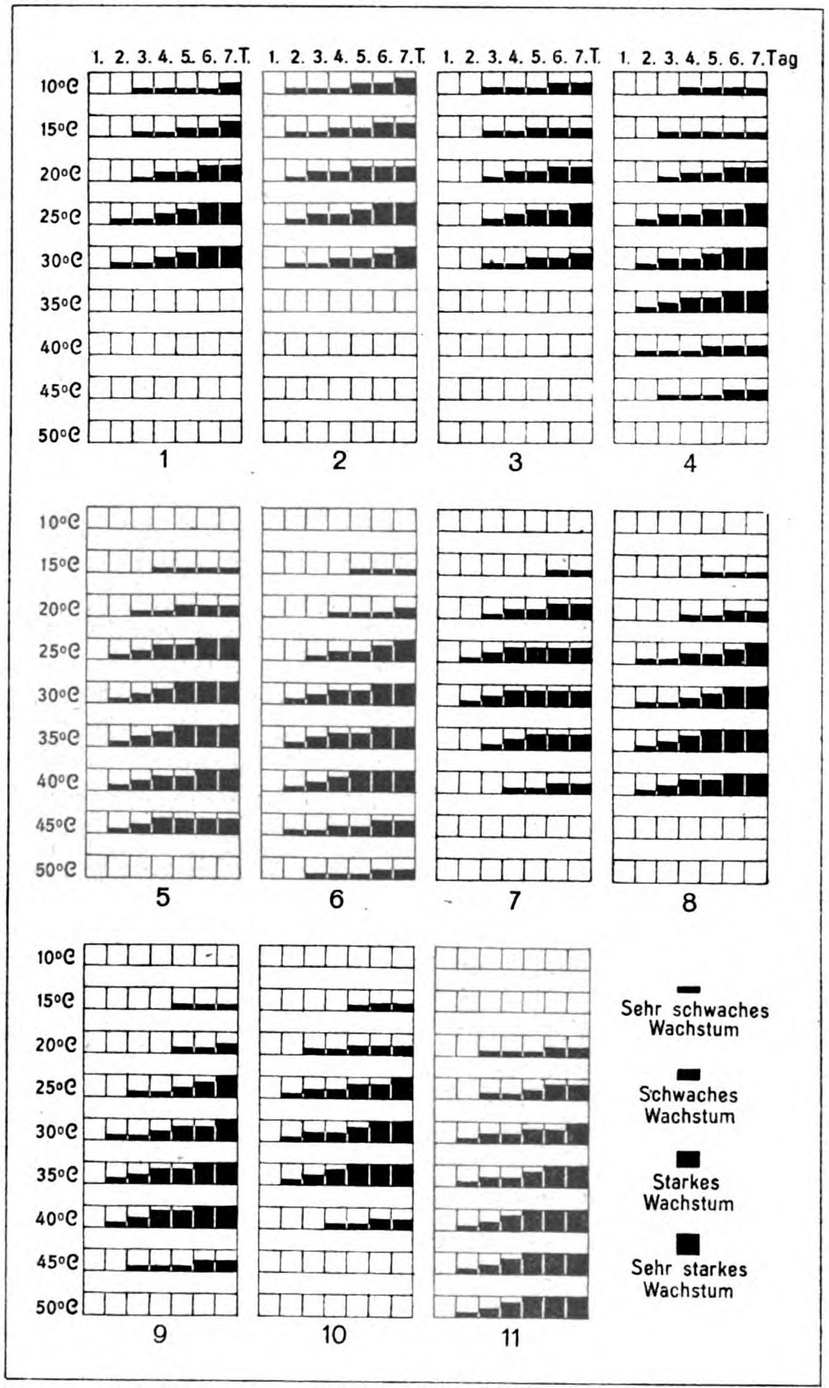


Abb. 2.

Einfluß der Temperatur auf das Wachstum der Brotschimmelpilze in Bierwürzeagarkulturen. 1. bis 7. Tag.

1. Aspergillus glaucus. 2. Rhizopus nigricans. 3. Penicillium crustaceum. 4. Oospora variabilis. 5. Penicillium olivaceum. 6. Aspergillus fumigatus. 7. Aspergillus niger. 8. Aspergillus flavus. 9. Aspergillus nidulans. 10. Aspergillus candidus. 11. Mucor pusillus. (Reihenfolge nach der Häufigkeit.)

sowie auch A. flavus, A. fumigatus, A. nidulans und A. candidus zu erscheinen. Die letzte Art bleibt noch immer aus. Bei 20, 25 und 30° C wachsen alle 11 Arten. Bei 35° C bleiben Rhizopus nigricans, Aspergillus glaucus und Penicillium crustaceum aus. Die übrigen Arten zeigen auch noch bei 40° gute Entwicklung, bei 45° bleiben Aspergillus niger, A. flavus und A. candidus, bei 50° A. nidulans, Penicillium olivaceum und Oospora variabilis aus, es gedeiht nur noch A. fumigatus und Mucor pusillus, von denen der letztere selbst bei 55° noch zu wachsen vermag. Das Optimum der 3 Arten Aspergillus glaucus und Rhizopus nigricans und Penicillium crustaceum liegt demnach etwa zwischen 15 und 25° C, das der 7 Arten Oospora variabilis, Penicillium olivaceum, Aspergillus fumigatus, A. niger, A. flavus, A. nidulans und A. candidus zwischen 25 und 40° C, das des Mucor pusillus anscheinend noch höher (Abb. 2). In bezug auf die Schnelligkeit der Entwicklung ergab sich folgendes:

Am schnellsten erscheinen die Mucoraceen Rhizopus nigricans und Mucor pusillus, am langsamsten Penicillium crustaceum, im übrigen wächst jede Art am schnellsten bei ihrer Optimaltemperatur.

Außer der Feuchtigkeit und der Temperatur spielt naturgemäß auch die chemische Zusammensetzung des Substrates eine Rolle. Um den Einfluß derselben darzulegen, wurden Gebäcke mit verschiedenem Säure- und Zuckergehalt, insbesondere auch Roggengebäcke mit Hefe und Weizengebäcke mit Sauerteig, teils in den oben erwähnten Blechbüchsen, bei gleicher Feuchtigkeit und Temperatur aufbewahrt, teils in Petrischalen sterilisiert, mit den 11 Pilzarten beimpft. Es wurde folgendes beobachtet (Taf. I, Fig. 1, 2, 4).

Sauerteiggebäcke bevorzugte entschieden Aspergillus glaucus, während auf den Hefegebäcken vornehmlich Rhizopus nigricans und Oospora variabilis und schließlich auch Penicillium crustaceum zum Vorschein kam. Auf zuckerhaltigem Zwieback trat zunächst meist ausschließlich Oospora variabilis auf, die auch später oft der überwiegende Bewohner dieses Gebäckes blieb. Dieselbe Art entwickelte sich auch als einzige mit Vorliebe auf durch Bakterien dextriniertem Brot. Bei höherer Temperatur traten auf allen Gebäckarten die wärmeliebenden Pilze fast ohne Unterschied zutage (Taf. II, Fig. 6). In den Petrischalen beobachtete man bei normalem Säure- und geringem Zuckergehalt (etwa 10%) üppiges Wachstum sämtlicher Arten. Bei höherem Säure- und Zuckergehalt traten Hemmungserscheinungen ein. Als relativ säuretolerant erwies sich Aspergillus glaucus, als zuckertolerant Oospora variabilis.

Auch der Sauerstoffgehalt des Mediums bzw. seiner Umgebung ist von Einfluß auf das Schimmelwachstum. Das Pilzmycel blieb auf dem frischen Brot stets solange auf die Oberfläche beschränkt, als das Substrat homogen war, die Luft also keinen Zutritt zum Innern des Gebäckes hatte. Erst, wenn dieses eintrocknete und durch Spalten zerklüftet wurde, griff der Schimmelpilz auch auf das Innere über. Hierbei drangen die schnellwüchsigen Arten naturgemäß zuerst ein. Hefebrot, das äußerlich von

Aspergillus glaucus überzogen war, ließ häufig im Innern bereits Mycel und junge Sporangienträger von Rhizopus nigricans erkennen. Wenn man ein solches Brot durchschnitten sich selbst überließ, so war die Schnittfläche schon nach ganz kurzer Zeit mit der grauschwarzen Wolle der reifen Sporangien des Rhizopus nigricans bedeckt. Ähnlich verhielt sich Mucor pusillus bei hoher Temperatur.

Das Verhalten der einzelnen Schimmelpilzarten bei Luftabschluß wurde in folgender Weise näher geprüft:

Es wurden Kulturen der 11 Pilze in üblicher Weise in Petrischalen oder in Reagenzröhrchen mit Watteverschluß angelegt. Bei der Hälfte derselben wurde durch Plastillin oder Paraffin die Luft ferngehalten. Es zeigte sich, daß sämtliche 11 Pilze bei Luftabschluß schlechter wuchsen als bei Luftzutritt.

Praktisch ohne Einfluß auf die Pilzflora ist die Art und der Ausmahlungsgrad des zur Herstellung des Gebäckes verwendeten Mehles sowie die An- oder Abwesenheit von Hefe im Gebäck. Roggen- und Weizengebäck wurde in gleicher Weise befallen, wenn es gleich behandelt worden war, also wenn z. B. in beiden Fällen mit Sauerteig gebacken, frei geschobene, 1 kg-Brote vorlagen; Keks wies die gleiche Flora auf, wenn der Zuckergehalt annähernd der gleiche war, einerlei, welche Mehlarten verwendet worden waren.

Diese Toleranz der einzelnen Pilzarten bestimmten Faktoren gegenüber äußert sich gewöhnlich darin, daß im Kampfe ums Dasein der tolerantere Pilz allein oder jedenfalls vorwiegend zur Entwicklung kommt.

Man kann aus der Art des Schimmelbefalls geradezu Schlüsse auf die Beschaffenheit und Zusammensetzung des Gebäckes ziehen, was unter Umständen forensisch von Wichtigkeit sein kann. So deuten Konidienrasen von Aspergillus glaucus auf Sauerteiggebäck, das seit einigen Tagen bei Temperaturen von etwa 15—25° C feucht gelagert wurde, seltener auf ungesäuertes Gebäck, das nicht allzu feucht gehalten wurde, Perithezien desselben Pilzes auf ebensolches, aber längere Zeit in derselben Weise gelagertes und dann trocken gewordenes Gebäck. Rhizopus nigricans deutet auf feucht bei 15—25° C gehaltenes, in der Regel ungesäuertes Gebäck, Oospora lactis auf etwas wärmer gehaltene, gesüßte Backware. Der letztere Pilz zeigt oft auch an, daß das Gebäck von fadenziehenden Bakterien bewohnt wird. Penicillium crustaceum deutet auf längere Zeit geschimmeltes, kühl gehaltenes Gebäck. Penicillium olivaceum gibt an, daß ein Gebäck einige Tage bei hoher Temperatur, etwa 30° oder darüber, in feuchter Atmosphäre gelagert hat. Aspergillus fumigatus, A. niger, A. flavus, A. nidulans, Mucor pusillus, die stets nach den bisher genannten Schimmelpilzen aufzutreten scheinen, lassen auf eine Aufbewahrung bei hoher Temperatur in feuchter Luft schließen; beginnen sie schon bei Zimmertemperatur 20—25° zu erscheinen, so zeigen sie an, daß das Gebäck sich durch die Tätigkeit der bisherigen Bewohner stark erwärmt hat. Aspergillus candidus deutet auf eine längere Aufbewahrung bei hoher Temperatur in feuchter Luft hin.

Gelegentlich wurde auch die Angabe Neumanns, daß ein geringer Zusatz von Salicylsäure das Schimmelwachstum beseitige, geprüft.

Sallcylsäure kann, wie Lott nachgewiesen hat, bei Konzentrationen, welche 0,05 g pro l nicht übersteigen, durch Schimmelpilze vollständig zersetzt werden, in Konzentrationen von 0,1--0,4 g pro l soll es pilztötend wirken.

Wir verwendeten zu unseren Versuchen eine 2 proz. Salicylsäurelösung. Der Einfluß auf den Schimmelbefall war bei den mit dieser Lösung bestrichenen Broten nur ein sehr geringer. Die Brote schimmelten 1—2 Tage später als die unbestrichenen, dann aber in der gleichen Weise wie diese.

An dieser Stelle muß nachgetragen werden, daß in obigen Versuchen bei Temperaturen von 25° C aufwärts nicht genügend gesäuerte und nicht genügend ausgetrocknete Gebäcke, also besonders das übliche, mit Hefe gebackene Weizenkriegsbrot, im Innern stets fadenziehend wurden. Im Gegensatz zu den Schimmelpilzkonidien, die durch den Backprozeß abgetötet werden, sterben die Sporen dieser durch Bacillus mesentericus (Flügge) Lehm. et Neum. verursachten Brotkrankheit im Ofen nicht ab, so daß sich diese Krankheit von innen her entwickelt. Näheres über diese Krankheit veröffentlicht Neumann und Knischewsky. Systematische Untersuchungen über die durch Bakterien verursachten Brotkrankheiten sind im Gange und werden demnächst veröffentlicht werden.

Wägt man die Bedeutung der einzelnen Faktoren gegeneinander ab, so ergibt sich, daß die Vorbedingung für den Schimmelbefall das Vorhandensein der Pilzkoniden in der Umgebung ist. Zur Entwicklung des Schimmels ist sodann eine gewisse Feuchtigkeit des Substrates, noch mehr aber der Luft notwendig. Außerdem ist ein bestimmter Wärmegrad erforderlich. Die einzelnen Temperaturstufen wirken elektiv, d. h. es hängt von der Temperatur ab, welche Schimmelpilzarten ausschließlich oder vorwiegend zur Entwicklung kommen. In ähnlicher Weise, allerdings in viel geringerem Grade übt auch die chemische Zusammensetzung des Substrates eine elektive Wirkung aus.

Es erhellt aus allen diesen Beobachtungen, daß Brot für Schimmelbefall an sich stets disponiert ist. Es gelingt nicht, durch Säuerung oder andere chemische Veränderungen Brot dagegen zu immunisieren, wie es zum Schutze gegen Bacillus mesentericus möglich ist. Bis zu einem gewissen Grade gelingt es, durch oberflächliche Austrocknung dem Schimmelpilz den Befall des Brotes zu erschweren. Sicherer kommt man auf dem Wege der Fernhaltung der Pilzkeime zum Ziele. Schließlich bleibt noch die Möglichkeit, die Fortentwicklung des Pilzes durch Ausschaltung der für den Pilz günstigen Faktoren: Luftfeuchtigkeit und Wärme zu verhindern oder wenigstens einzuschränken. Ist das Brot einmal verschimmelt, so gibt es keinen Weg, den Schimmel wieder zu entfernen, ebenso wie alle Versuche, muffiges Getreide und Mehl zu „entmuffen“, vergeblich sind.

Aus unseren Untersuchungen ergibt sich nun folgende praktische Nutzanwendung:

Wenn Brot schimmelt, so ist nicht dem Müller die Schuld daran zu geben, auch nicht immer dem Bäcker, sondern in der Regel demjenigen, der für die Lagerung des Gebäckes verantwortlich ist.

Der Bäcker kann zweckmäßig bereits folgende Gesichtspunkte berücksichtigen: Die Teige sind nicht zu weich zu halten, da die Gebäcke sonst auch beim schärfsten Ausbacken zuviel Feuchtigkeit enthalten. Aus diesem

Grunde sind die festeren, freigeschobenen Brote den sogenannten Korbbroten und den angeschobenen Broten, sowie Kleingebäck dem Großgebäck vorzuziehen. Die Brote sind genügend lange und scharf auszubacken, damit sich eine möglichst scharfe Kruste bildet und gleichzeitig der gesamte Wassergehalt abnimmt.

Die Lagerung der Brote muß an einem möglichst schimmelfreien Orte geschehen, d. h. in einem Raume, der nicht durch Mehl- oder anderen Staub verunreinigt ist. Sofort nach dem Ausbacken müssen die Gebäcke auf gut belüftete, freistehende Regale gelegt werden, und zwar mit einem genügend großen Zwischenraum zwischen den einzelnen Broten. Die Räume selbst müssen kühl und der Luftzirkulation in ihrer ganzen Höhe und Ausdehnung möglichst intensiv ausgesetzt sein. Am besten eignen sich allseitig offene, mit einem Dach versehene Schuppen. Damit der Luftzutritt auch von unten her ermöglicht wird, dürfen die Brote nicht auf einer undurchlässigen Unterlage gelagert sein. Man verwendet daher zweckmäßig aus Latten zusammengefügte Gestelle. Gegen Regen- und Schneefall ist das Brot selbstverständlich zu schützen.

Sind geeignete Räumlichkeiten für die Lagerung des Brotes nicht vorhanden, so ist das Brot am vorteilhaftesten in der zwar warmen, jedoch fast stets trockenen Backstube aufzubewahren. Das Gebäck wird hier zwar etwas austrocknen, aber vom Schimmelbefall bewahrt bleiben. An derartigen warmen Orten dürfen aber ungenügend gesäuerte, größere Gebäcke, wie z. B. das Weizenkriegsbrot, nicht aufbewahrt werden, da dieselben, wie oben erwähnt, sonst fadenziehend werden.

Will man Gebäcke für längere Zeit gänzlich schimmelfrei erhalten, oder unter besonders ungünstigen Verhältnissen, z. B. auf Schiffen, in Unterseebooten usw. aufbewahren, so muß man dieselben nach dem oben beschriebenen Einwickelungs-Sterilisationsverfahren behandeln. Gegen allzugroße Feuchtigkeit schützt man die eingewickelten Brote dann noch in der Weise, daß man sie in Blechbüchsen oder sonstigen Behältern aufhebt. Die so behandelten Brote bleiben nicht nur schimmelfrei, sondern halten sich auch lange frisch. Sie sind noch nach Monaten durchaus genußfähig und schmackhaft.

Das Verfahren ist für Sauerteiggebäck bei jeder Temperatur, für ungesäuertes Gebäck wieder wegen der Gefahr des Fadenziehens nur bei niederer Temperatur (etwa bis 20° C) anzuwenden.

Für die Aufbewahrung des Brotes im Haushalt gelten folgende Regeln: Das für kürzere Aufbewahrung bestimmte Brot ist möglichst in demselben Papier, in welchem es vom Bäcker kommt, in eine rein, kühl und trocken gehaltene Blechbüchse oder einen ebensolchen, mit Deckel versehenen Steintopf zu tun. Es ist dafür Sorge zu tragen, daß das Brot möglichst wenig mit den Keimen der Luft in Berührung kommt. Der Behälter muß oft gründlich gereinigt werden. Alte Brotreste dürfen in demselben nicht geduldet werden, sie sind vielmehr besonders in einem Beutel, Korbe oder dergleichen an einem luftigen Orte aufzubewahren. Für längere Lagerung oder unter besonders ungünstigen Bedingungen, bei feuchtwarmer Witterung, in den Tropen usw. ist das oben für die Lagerung im großen empfohlene Einwickelungs-Sterilisationsverfahren anzuwenden. Das Sterilisieren im Haushalt geschieht am besten im Backherd.

Zusammenfassung.

Auf Brot wurden spontan folgende 11 Schimmelpilze gefunden (nach der Häufigkeit geordnet): Aspergillus glaucus, Rhizopus nigricans, Penicillium crustaceum, Oospora variabilis, Penicillium olivaceum, Aspergillus fumigatus, A. niger, A. flavus, A. nidulans, A. candidus, Mucor pusillus. Davon war Penicillium olivaceum auf Brot überhaupt noch nicht, Aspergillus nidulans auf Brot noch nicht mit Sicherheit bekannt.

Verschimmeltes Brot ist zwar an sich für Menschen und Tiere unschädlich, wegen der gleichzeitig mit dem Schimmelwachstum auftretenden bakteriellen Prozesse ist jedoch Vorsicht geboten. Zur Vermeidung von Substanzverlusten ist es, namentlich jetzt in der Kriegszeit, notwendig, das Schimmeln des Brotes zu verhüten.

Die Konidien der Schimmelpilze gelangen mit dem Korn in die Mühle und mit dem Mehl in die Bäckerei; hier fliegen sie mit dem Staub umher und können jederzeit das Brot infizieren. Je keimreicher die Luft, um so größer die Schimmelgefahr. Das Brot schimmelt von außen her. Durch Einwickeln in Papier gelingt es, Brot schimmelfrei zu erhalten.

Von Einfluß auf das Schimmeln des Brotes sind die physikalischen Faktoren: Feuchtigkeit und Wärme sowie die chemischen Faktoren: Zucker-, Säure- und Sauerstoffgehalt. An trockenen Orten hält sich Brot wochenlang schimmelfrei. Frei geschobene, stark ausgebackene und angeschnittene Brote sowie Kleingebäck schimmeln später und weniger als angeschobene, schwach ausgebackene und ganze Brote sowie Großgebäck. Mit der geringsten Feuchtigkeit nimmt Aspergillus glaucus vorlieb. Bei niederer Temperatur kommen Aspergillus glaucus, Rhizopus nigricans und Penicillium crustaceum zur Entwicklung, die übrigen Pilze sind wärmeliebend. Oospora variabilis ist gegen Zucker, Aspergillus glaucus gegen Säure relativ tolerant. Rhizopus nigricans und Mucor pusillus wachsen am schnellsten, Penicillium crustaceum gehört zu den langsam wachsenden Arten.

Demnach findet sich am häufigsten auf dem Kriegsbrot Aspergillus glaucus, der zur Perithezienbildung schreitet, sobald die Lebensbedingungen für ihn ungünstig werden, also besonders beim Ausgehen der Feuchtigkeit. Rhizopus nigricans bevorzugt feuchtes ungesäuertes Brot, Penicillium crustaceum tritt zuletzt auf Gebäcken aller Art auf. Oospora variabilis ist gern auf Zwieback und hier und da auch auf Kriegsgebäck anzutreffen.

Durch Salicylsäure wird die Schimmelbildung nur wenig, durch Art und Ausmahlungsgrad des Mehles sowie durch den Hefegehalt praktisch gar nicht beeinflußt.

Für das Schimmeln des Brotes ist in der Regel derjenige verantwortlich zu machen, welcher für die Aufbewahrung des Brotes zu sorgen hat. Das Brot ist möglichst scharf auszubacken. Die Aufbewahrung muß sauber, luftig und kühl erfolgen. Unter ungünstigen Verhältnissen ist das Brot einzuwickeln, zu sterilisieren und in festen Behältern gegen Feuchtigkeit geschützt aufzubewahren.

Anhang.

Zusammenstellung der Schimmelpilze des Brotes mit Beschreibung und Abbildung derselben.

Im folgenden geben wir eine Beschreibung der behandelten 11 Brotschimmelpilze nach unseren Kulturen. Die Pilze wurden in Isolierkultur nach dem Lindnerschen Tröpfchenverfahren in Bierwürze reingezüchtet; die mikroskopischen Einzelheiten beziehen sich auf diese Tröpfchenkulturen. Sodann wurden Kulturen in Petrischalen auf Bierwürzeagar sowie auf Backware angelegt; die Deckenfarbe wurde nach diesen Kulturen bestimmt. Solche Kulturen in Petrischalen, die mit Plastillina oder dergl. luftdicht verschlossen worden sind, halten sich jahrelang frisch und sind jederzeit zu Demonstrationszwecken gebrauchsfertig. Es empfiehlt sich, die Kulturen vor dem Verschließen der Schalen mit Formalin zu desinfizieren.

Die Bilder sind mit Abbeschem Zeichenapparat gezeichnet.

1. **Aspergillus candidus** (Pers.) Link in Magaz. Ges. naturf. Freunde Berlin. III. 1809. S. 16; Sp. pl. Fungi. I. 1824. p. 65. **Syn.**: Monilia candida Pers. Tent. disp. fung. 1797. p. 40; Syn. fung. 1801. p. 692.

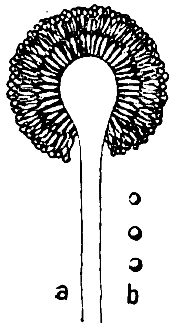


Abb. 3. Aspergillus candidus.
a Konidienträger. Vergr. 200.
b Konidien. Vergr. 375.

Vorkommen: Außerhalb des Brotes: Vertrocknete Pflanzen, Pilze, Nahrungsmittel, Ziegenmist, faulendes Horn. Auf Brot bei Temperaturen von etwa 20—40° C, besonders bei 30—40° C, nach anderen wärmeliebenden Schimmelpilzen.

Makroskopisches Bild: Lockere, einige mm hohe Rasen. Schneeweiß, später rahmgelb. Bei der Sklerotienbildung mit schwarzen Punkten bedeckt.

Mikroskopisches Bild: Mycel farblos. Konidienträger farblos, 500—2000 μ hoch. Köpfchen 30—150 μ breit. Blase kugelig, 20—40 μ breit. Sterigmen verzweigt, allseitig abstehend, dicht, innere Sterigmen[1]) 10—30 × 5—6, äußere 6—8 × 3—4 μ groß. Konidien farblos, kugelig, glatt, 3—4 μ breit. — Sklerotien unregelmäßig knollig, sehr hart, 50—300 μ breit, braunschwarz. — Wir haben nirgends die Angabe gefunden, daß der Pilz Sklerotien bildet. Leider traten dieselben nur einmal in unseren Kulturen auf und wurden später nicht wieder erhalten (Abb. 3).

2. **Aspergillus flavus** Link in Magaz. Ges. naturf. Freunde Berlin. III. 1809. S. 16; Sp. pl. Fungi. I. 1824. p. 66.

Vorkommen: Außerhalb des Brotes: Vertrocknete Pflanzen, Exkremente, Gehörgang des Menschen. — Auf Brot bei Temperaturen

---

1) Innere Sterigmen = primäre Sterigmen der Autoren. Äußere Sterigmen = sekundäre Sterigmen der Autoren.

von etwa 20—40° C, besonders bei 30—40° C, mit anderen wärmeliebenden Schimmelpilzen.

Makroskopisches Bild: Lockere, einige mm hohe Rasen. Schwefel- bis goldgelb oder grau- bis grüngelb, anfangs hell umrandet, im Alter gleichfarbig braun. Oft von etwa gleicher Farbe wie Penicillium olivaceum.

Mikroskopisches Bild: Mycel farblos. Konidienträger farblos, 500—1500 μ hoch (kürzer als bei Aspergillus oryzae). Köpfchen 60—80 μ breit. Blase kugelig, 60—80 μ breit. Sterigmen unverzweigt, allseitig abstehend, zahlreich, 8—30 × 5—6 μ groß. Konidien gelblich, kugelig, glatt, 6—8 μ breit (Abb. 4).

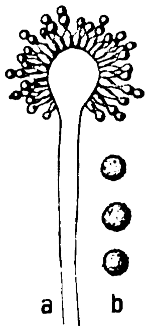


Abb. 4. Aspergillus flavus. a Konidienträger. Vergr. 200. b Konidien. Vergz. 375.

3. **Aspergillus fumigatus** Fresen. Beitr. 1863. S. 81. t. X. f. 1—11.

Vorkommen: Außerhalb des Brotes: Faulende Kartoffeln, Bierwürze, Kanalwasser, Lungen, Bronchien, Rachen, Gehörgang von Warmblütern. — Auf Brot bei Temperaturen von etwa 30—40° C, gern nach Penicillium olivaceum.

Makroskopisches Bild: Flache, dichte, glatte Rasen. Blaugrün, graublaugrün bis rauchgrau, anfangs weiß umrandet, schließlich gleichfarbig hellaschgrau. Fast von der gleichen Farbe wie Penicillium crustaceum, doch flacher als dieses.

Mikroskopisches Bild: Mycel farblos. Konidienträger farblos, 100—500 μ hoch. Köpfchen 30—50 μ breit. Blase keulig, 10—30 μ breit. Sterigmen unverzweigt, kuppenständig, aufwärts gerichtet, 8—15 × 3—4 μ groß. Konidien grünlich-bräunlich, kugelig, glatt, 2—3 μ breit (Abb. 5).

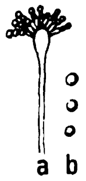


Abb. 5. Aspergillus fumigatus. a Konidienträger. Vergr. 200. b Konidien. Vergr. 375.

4. **Aspergillus glaucus** (L) Link in Magaz. Ges. naturf. Freunde Berlin. III. 1809. S. 16. Fig. 23; Sp. pl. Fungi. I. 1824. p. 67. Syn.: Eurotium Aspergillus glaucus De Bary in Beitr. III. 1870. S. 19. — Mucor glaucus L. Sp. pl. ed. 1. 1753. p. 1186. — Monilia glauca Pers. Syn. I. 1801. p. 691. — Aspergillus herbariorum Fischer in Engl.-Prantl. Nat. Pflanzenfam. I, 1. 1897. S. 301.

Vorkommen: Außerhalb des Brotes: Tote Pflanzenteile wie Zweige, Blätter, Früchte, Korn, Mehl, Kleie, Zeug, auch Leder, seltener anorganische Substrate. — Auf Brot bei Temperaturen von etwa 10—30° C, vornehmlich auf gesäuertem Brot. Auf ungesäuertem Brot und bei größerer Feuchtigkeit gegen Rhizopus nigricans, bei höherer Temperatur gegen Penicillium olivaceum und die wärmeliebenden Aspergillus-Arten zurücktretend.

Makroskopisches Bild: Lockere, mehrere mm hohe Rasen. Anfangs kurze Zeit weiß, dann blaßgrün, blaugrün bis lebhaft graugrün, weiß umrandet, später schmutzig spangrün bis graubraun, falls nur Konidienbildung stattfindet, andernfalls mit schwefelgelben bis goldgelben Flecken an den Perithezien enthaltenden Stellen.

Mikroskopisches Bild: Mycel farblos, bei der Perithezienbildung gelb. Konidienträger farblos, 1000—2000 μ hoch. Köpfchen 50—100 μ breit. Blase kugelig, 30—50 μ breit. Sterigmen unverzweigt, allseitig gestellt, dicht, 10—15 × 5—7 μ groß. Konidien ellipsoidisch, fein stachelig, grünlichbraun, 8—10 × 5—7 μ groß. Perithezien erst hell zitronengelb, dann orangerot, schließlich bräunlich gefärbt, kugelig bis ellipsoidisch, 100—250 μ breit, mit zarter einschichtiger Wand von netziger Struktur, zahlreiche Asci einschließend. Asci kugelig, eiförmig oder birnenförmig, farblos, 10—15 μ breit, mit 6—7, seltener 8 Sporen. Sporen ellipsoidisch, farblos, glatt, 5—8 × 4—6 μ groß. — Die Perithezienbildung findet regelmäßig nach einigen Wochen, bei Erschöpfung des Substrates, statt (Abb. 6, vgl. auch Taf. I, Fig. 1, 3, Taf. II, Fig. 5).

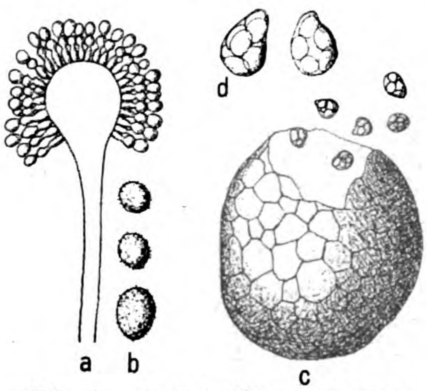


Abb. 6. Aspergillus glaucus. a Konidienträger. Vergr. 200. b Konidien. Vergr. 375. c Perithecium, aus dem die mit Sporen gefüllten Asci hervortreten. Vergr. 200. d Mit Sporen gefüllte Asci. Vergr. 375.

5. **Aspergillus nidulans** (Eidam) Winter in Rabenh. Krypt. Fl. Pilze. II. 1887. S. 62. M. Fig. **Syn.**: Sterigmatocystis nidulans Eidam in Cohns Beitr. III. 1883. S. 392. t. XX. f. 7—17; t. XXI. XXII.

Vorkommen: Außerhalb des Brotes: Hummelnest (Eidam), Rachen und Gehörgang des Menschen. — Auf Brot bei Temperaturen von etwa 30 bis 40° C, nach anderen wärmeliebenden Aspergillus-Arten und nach Penicillium olivaceum.

Makroskopisches Bild: Flach aufliegende, nicht wollige Rasen. Lebhaft spangrün bis graugrün, hell umrandet.

Mikroskopisches Bild: Mycel farblos. Konidienträger meist sehr kurz, oft gekrümmt, 100—500 μ lang, grünlich braun gefärbt. Köpfchen 30—50 μ breit. Blase keulig, 10—30 μ breit. Sterigmen verzweigt, vorzugsweise auf dem oberen Teile der Blase, aber weiter herabreichend als bei Aspergillus fumigatus und auch abwärts gerichtet. Innere Sterigmen 5—15 × 3—5, äußere 5—7 × 3—4 μ groß. Konidien grünlichbraun, kugelig, glatt, 3—4 μ breit (Abb. 7).

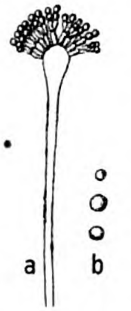


Abb. 7. Aspergillus nidulans. a Konidienträger. Vergr. 200. b Konidien. Vergr. 375.

6. **Aspergillus niger** van Tiegh. Ann. sc. nat., 5me sér. T. VIII. 1867. p. 240; 1869. t. VII. f. 4. **Syn.**: Sterigmatocystis nigra van Tiegh. Bull. soc. bot. Fr. XXIV. 1877. p. 102. — St. antacustica Cramer in Vierteljahrsschr. nat. Ges. Zürich. IV. 1859. S. 323; Bot. Zeitg. XVIII. 1860. S. 133. — Sceptromyces Opizii Corda in Sturm, Deutschl. Flora, Pilze. III. 7. 1831. t. IV; Icon. fung. V. 14; Anleit. S. LXIII. t. B 16. f. 10—13 = forma monstr.

Vorkommen: Außerhalb des Brotes: Faulende Blätter, zuckerhaltige Lösungen, Harn, Gehörgang und Lunge von Warmblütern. — Auf Brot bei Temperaturen von etwa 20—40° C nach anderen Schimmelpilzen.

Makroskopisches Bild: Lockere, mehrere mm hohe Rasen. Anfangs weiß, dann tief schwarzbraun.

Mikroskopisches Bild: Mycel farblos. Konidienträger farblos, 1000—2000 μ hoch. Köpfchen 100—150 μ breit. Blase kugelig, 30—80 μ breit.

Sterigmen verzweigt, allseitig anstrahlend, dicht. Innere Sterigmen 20—50 × 4—6, äußere 6—10 × 3—5 μ groß. Konidien kugelig, glatt bis warzig, braun, 3—5 μ breit. — Der Pilz bildet häufig, aber nicht immer, einen gelben Farbstoff (Abb. 8).

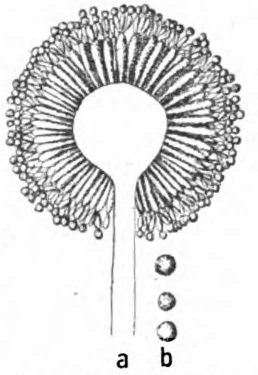


Abb. 8. Aspergillus niger. a Konidienträger. Vergr. 200. b Konidien. Vergr. 375.

7. **Mucor pusillus** Lindt in Archiv f. experim. Pathol. u. Pharmak. XXI. 1886. S. 272. t. II. III. 1—6.

Vorkommen: Außerhalb des Brotes: Unbekannt. — Auf Brot zuerst von Lindt auf angefeuchtetem Weißbrot gefunden. Von den Verfassern 1918 mehrfach auf Weizenbrot bei Brutschranktemperaturen von 30—55° C gefunden, tief in das Brot eindringend, meist mit Aspergillus nidulans und Bacillus mesentericus.

Makroskopisches Bild: Spinnwebartige bis wollige Flocken, nur wenige mm hoch; anfangs weiß, später hellgrau.

Mikroskopisches Bild: Mycel farblos, viel verzweigt. Sporangienträger etwa 1 mm hoch, anfangs einzeln, später spärlich oder reichlich verästelt, bräunlich gefärbt. Sporangien kugelig, 30—50 μ breit, grau gefärbt, mit durchschimmernder Kolumella. Reife Kolumella zylindrisch-umgekehrt eiförmig-umgekehrt birnförmig, bräunlich gefärbt, 30—40 μ breit, bis 50 μ lang, am Grunde mit deutlichem Kragen. Sporen fast kugelig bis eckig-kugelig, 2—3 μ breit, glatt, farblos (Abb. 9).

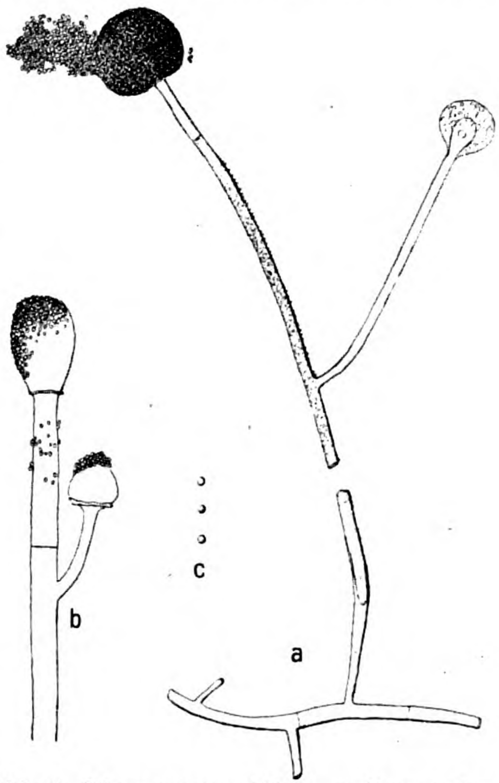


Abb. 9. Mucor pusillus. a Sporangienträger mit einem unreifen und einem aufplatzenden Sporangium. Vergr. 200. b Sporangien nach der Entlassung der Sporen, die Kolumella zeigend. Vergr. 200. c Sporen. Vergr. 375.

8. **Oospora variabilis** (Lindn.) Lindau in Rabenhorst Krypt. Flora, 2. Aufl. Pilze VIII. 1904. S. 34. **Syn.**: Monilia variabilis Lindner in Mikrosk. Betriebskontrolle, 2. Aufl. 1898. S. 222. M. Fig.; Wochenschr. f. Brauerei. 1898. Nr. 16. M. Fig.

Vorkommen: Außerhalb des Brotes: Unbekannt. — Auf Brot zuerst 1898 von Lindner auf feuchtgehaltenen Berliner Knüppeln, dann 1904 von Buchwald auf Roggenbrot gefunden. Häufig auf zuckerhaltigem Gebäck, wie Zwieback, auf ungesäuertem Brot gern mit Bacillus mesentericus, auf gesäuertem Brot nach Aspergillus glaucus bei Temperaturen von etwa 15—40° C.

Makroskopisches Bild: Mehlartig bestäubte flache Häufchen von kreideweißer Farbe. In Kultur sehr veränderlich (s. unten).

Mikroskopisches Bild: Mycel farblos. Verzweigte Hyphen, die in längere oder kürzere Zellen zerfallen und an verschiedenen Stellen kleine Höcker tragen, an denen torulaartige Konidien sitzen. Bisweilen echte Hefesproßverbände. Von sehr verschiedener Gestalt und Größe; Glieder der Hyphen zylindrisch, etwa 10—20 × 2—3 μ groß, Konidien kugelig bis ellipsoidisch, etwa 2—3 μ breit, oft mit Fetttröpfchen. — Außer der mehlartig bestäubten niederliegenden Krustenform, die im Alter in eine glänzend gelbgraue, naßwollige Mycelform übergeht, erhält man gewöhnlich beim Isolieren des Pilzes auch hefeartige, erhabene, glatte, matte oder glänzende, weiße bis gelbliche Kolonien, die mikroskopisch meist das Bild einer Torula ergeben. Bisweilen aber wachsen die Kulturen plötzlich kahmhautartig aus und sehen dann auch mikroskopisch mycodermaartig aus. — Die Beobachtungen Lindners über die Wandelbarkeit des Pilzes und seiner Neigung zu Rasenspaltungen können wir vollauf bestätigen (Abb. 10, vgl. auch Taf. I, Fig. 4 b).

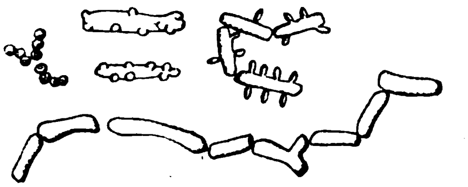


Abb. 10. Oospora variabilis. Fortpflanzung durch Zerfall des Mycels, Konidienbildung und Hefesprossung. Vergr. 375.

9. **Penicillium crustaceum** (L) Fr. Syst. myc. III. 1832. p. 407. **Syn.**: Mucor crustaceus L. Sp. pl. ed. 1. 1753. p. 1186. — Aspergillus simplex Pers. Tent. disp. fung. 1797. p. 41. — Penicillium glaucum Link in Mag. Ges. naturf. Freunde Berlin. III. 1809. S. 17. t. 1. f. 24; Sp. pl. Fungi. I. 1824. p. 70. — P. expansum Link in Mag. Ges. naturf. Freunde Berlin. III. 1819. S. 17; VII. 1816. S. 37.

Vorkommen: Außerhalb des Brotes: Faulendes Holz, Stengel, Blätter, Früchte, Korn, Mehl, Kleie und sonstige Nahrungsmittel, Gebrauchsgegenstände wie Tinte. — Auf Brot bei Temperaturen von 10—25° C nach Rhizopus nigricans und Aspergillus glaucus.

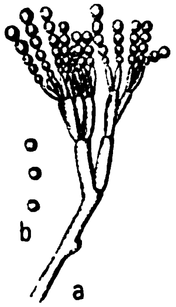


Abb. 11. Penicillium crustaceum. a Konidienträger, b Konidien. Vergr. 375.

Makroskopisches Bild: Dichte, meist flache und glatte Decken. Im Anfang meist längere Zeit weiß, dann blaugrün, weiß umrandet, später graublaugrün, dunkelgrau oder violettbraun.

Mikroskopisches Bild: Mycel farblos. Konidienträger 200—400 μ hoch, mit Büscheln von je 3—4 inneren Sterigmen[1]) besetzt. Innere Sterigmen 8—15 × 3—4 μ groß, mit je 3—6 äußeren Sterigmen besetzt. Äußere Sterigmen 6—10 × 2—3 μ groß. Konidien kugelig, glatt, farblos bis grünlich, 2.5—3.5 μ breit. — Der Pilz bildet auf 10 Proz. Zucker enthaltendem Zwieback einen zitronengelben Farbstoff (Abb. 11, vgl. auch Taf. I, Fig. 2, 3).

10. **Penicillium olivaceum** Wehmer. Beitr. z. Kenntn. einheim. Pilze. II. 1895. S. 73. t. II. f. 11—15.

Vorkommen: Außerhalb des Brotes: Apfelsinen und Zitronen (Wehmer). — Auf Brot 1917 von den Verfassern aufgefunden, stets bei Temperaturen von 30—40° C.

---

[1]) Innere Sterigmen = Basidienträger Brefeld = Metula Westling, äußere Sterigmen = Basidien Brefeld = Sterigmen Westling.

Makroskopisches Bild: Dichte, flache, glatte Decken. Hell ockerbraun bis grüngelb oder olivfarben, fast von der Farbe des Aspergillus flavus. Anfangs weiß umrandet, später gleichfarbig olivbraun.

Mikroskopisches Bild: Mycel farblos. Konidienträger 200—300 μ hoch, an mehreren Stellen alternierend mit 1—2 inneren Sterigmen besetzt. Innere Sterigmen 9—15 × 3—4 μ groß, mit je 2—3 äußeren Sterigmen besetzt. Äußere Sterigmen 10—15 × 3—4 μ groß. Die Sterigmen sind oft durch Querwände gegliedert, die Zellen sind am äußeren Ende oft keulig angeschwollen. Konidien ellipsoidisch, farblos bis gelblich, 8—12 × 4—6 μ groß (Abb. 12).

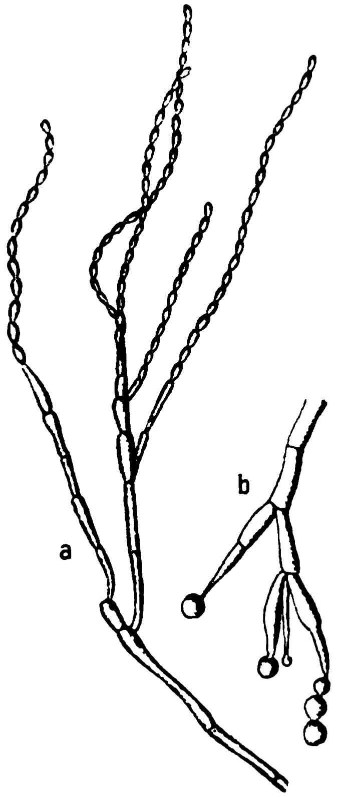


Abb. 12. Penicillium olivaceum. a Konidienträger am Luftmycel. b Konidienträger am Wassermycel. c und d Konidienketten. Vergr. 375.

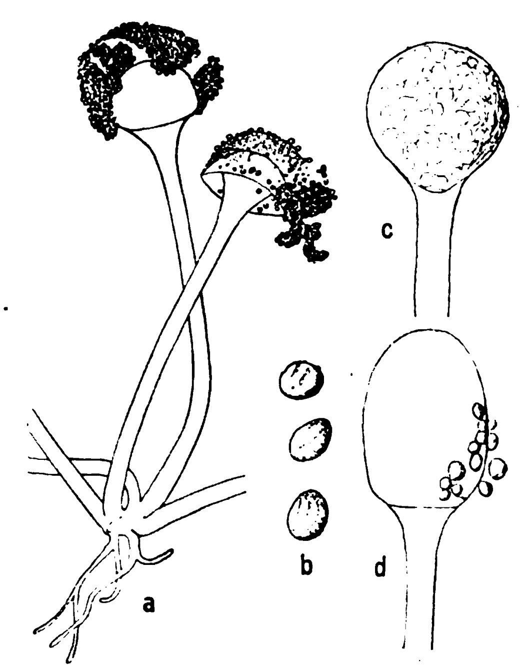


Abb. 13. Rhizopus nigricans. a Sporangienträger, die Sporen entlassend. Vergr. 62. b Sporen. Vergr. 375. c Unreifes Sporangium. Vergr. 200. d Sporangium, nach der Entlassung der Sporen, die Kolumella zeigend. Vergr. 200.

11. **Rhizopus nigricans** Ehrenberg in Nova acta acad. Leop. X. 1. 1820. p. 198. **Syn.**: Ascophora mucedo Tode. Fungi Mecklenb. selecti. I. 1790. p. 13. t. III. 22 non L. — Mucor stolonifer Ehrenberg Sylvae myc. Berol. 1818. p. 25.

Vorkommen: Außerhalb des Brotes: Vegetabilische Substrate aller Art, Früchte, Fruchtmus, stärkehaltige Nahrungs- und Futtermittel wie Mehl, Kleie. — Auf Brot bei Temperaturen von etwa 10—30° C, besonders auf feuchtgehaltenem, ungesäuertem Hefe- und Pulvergebäck, frühzeitig in das Innere der Backware eindringend. Auf gesäuertem Brote gegen Aspergillus glaucus zurücktretend. Sehr schnellwüchsig.

Makroskopisches Bild: Spinnwebartige bis wollige Flocken oder Bärte, mehrere cm hoch, an den Wänden emporkletternd. Anfangs weiß, später

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

grau bis schwarz. Ausläufer mit mehreren cm langen Internodien weithin kriechend.

Mikroskopisches Bild: Mycel farblos. Hafthyphen bipartit verzweigt, braun gefärbt. Sporangienträger mehrere mm hoch, selten einzeln, meist büschelig in Gruppen von 2—16, fast stets unverzweigt, bräunlich gefärbt. Sporangien kugelig, 75—150 μ im Durchmesser, schwarz, dem Stiel mit der Apophyse aufsitzend. Kolumella zylindrisch-eiförmig-fast kugelig, bräunlich gefärbt, leicht umstülpbar, 60—120 μ breit, bis 150 μ lang, am Grunde bisweilen mit Kragen. Sporen ellipsoidisch, gefurcht, braun, 12—14 × 8—10 μ groß. — Zygosporenbildung wurde auf Brot nicht beobachtet (Abb. 13, vgl. auch Taf. I, 4 a).

Literatur.

Bainier, Ann. sciences nat. Sér. VI. T. 19. 1884. p. 207; t. 8, 2—11.

Bonorden, Abhandl. naturf. Gesellsch. Halle. Bd. 8. 1864. S. 109.

Buchwald, Joh., (1) Eine seltene Brotkrankheit. (Der Müller. 1905. S. 844.)

—, (2), Überfeuchtes Getreide (Zeitschr. f. d. ges. Getreidewes. Jahrg. 8. 1916. S. 57—70.)

Eidam, Beitr. z. Biol. d. Pflanz. Bd. 3. 1883. S. 377.

Fischer, Alfr., Phycomycetes. (Rabenhorst, Kryptogamen-Flora. 2. Aufl. Bd. 1. Abt. 4. 1892. S. 202; 241.)

Flügge, C., Die Mikroorganismen. 3. Aufl. Leipzig 1896.

Fresenius, Beitr. z. Mycol. 1850. S. 12.

Herter, W., (1), Zur Kritik neuerer Speziesbeschreibungen in der Mycologie. Über drei angeblich neue Aspergillaceen. (Mycol. Centralbl. Bd. 3. 1913. S. 286—290.)

—, (2), Die Mikroorganismen in der Müllerei und Bäckerei. (Zeitschr. f. d. ges. Getreidewes. Jahrg. 68. 1914. S. 144.)

—, (3), Bericht üb. d. Tätigk. d. Botan. bakteriolog. Abt. d. Versuchsanst. f. Getreideverarb. in Berlin v. 1./10. 1915—30./9. 1916. (Zeitschr. f. d. ges. Getreidewes. Jahrg. 8. 1916. S. 205.)

—, (4), Bericht üb. d. Tätigk. d. Botan.-bakteriolog. Abt. d. Versuchsanst. f. Getreideverarb. in Berlin. v. 1./10. 1916—31./3. 1917. (Zeitschr. f. d. ges. Getreidewes. Jahrg. 9. 1917. S. 199.)

Husemann, Th., Pharm. Zeitg. Bd. 37. 1892. S. 128.

Johan-Olsen Sopp, Olav, Monographie der Pilzgruppe Penicillium. Mit besonderer Berücksichtigung der in Norwegen gefundenen Arten. (Videnskapsselsk. Skrifter. I. Mat.-Naturv. Kl. No. 11. Kristiania 1912. 208 S. 23 Tab.)

Lafar, Mykologie d. Zuckerfabrikation u. d. Bäckerei. (Lafar, Handb. d. techn. Mykol. Bd. 2. 1908. S. 525—530.)

Laffon, Gius., Panificazione. (Encicl. agrar. ital. Vol. 7. Turin 1880/82.)

Lindau, G., Fungi imperfecti. (Rabenhorst Kryptogamenfl. 2. Aufl. Bd. 1. Abt. 8. 1907. S. 138.)

Lindner, P., (1). Wochenschr. f. Brauer. Bd. 15. 1898. S. 209; Mikroskop. Betriebskontr. 2. Aufl. 1898. S. 222.

—, (2), Wochenschr. f. Brauer. Bd. 24. 1907. S. 469.

—, (3), Mikroskop. Betriebskontrolle in d. Gärungsgewerben. 5. Aufl. Berlin 1909. S. 369; 392.

Lindt, Arch. f. experim. Pathol. u. Pharmak. Bd. 21. 1886. S. 272.

Lott, Journ. Soc. chem. Industr. Vol. 22. 1903. p. 198.

Maurizio, A., Die Nahrungsmittel aus Getreide. Bd. 1. Berlin (P. Parey) 1917.

Murtfeld, W., Vorkommen von Oidium aurantiacum auf Brot. (Zeitschr. f. Unters. d. Nahrungs u. Genußmitt. Bd. 34. 1917. S. 407.)

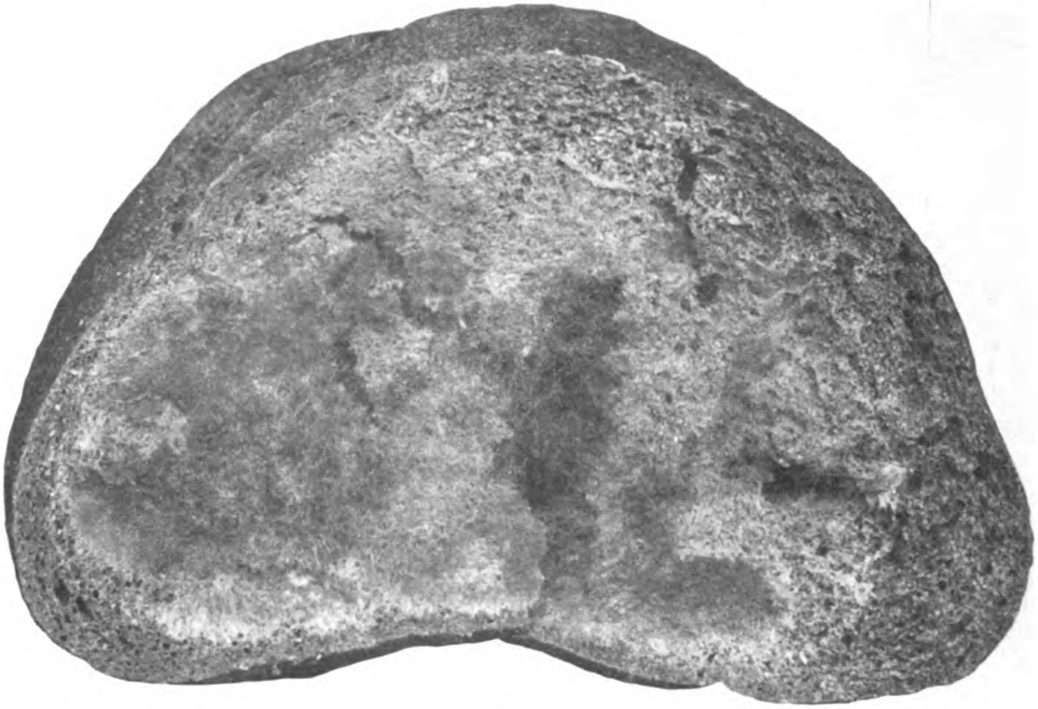
Namysłowski, B., Bull. acad. scienc. Cracovie. Cl. math. et nat., Juli 1906. p. 677.)

Neumann, M. P., Brotgetreide und Brot. Berlin (P. Parey) 1914.

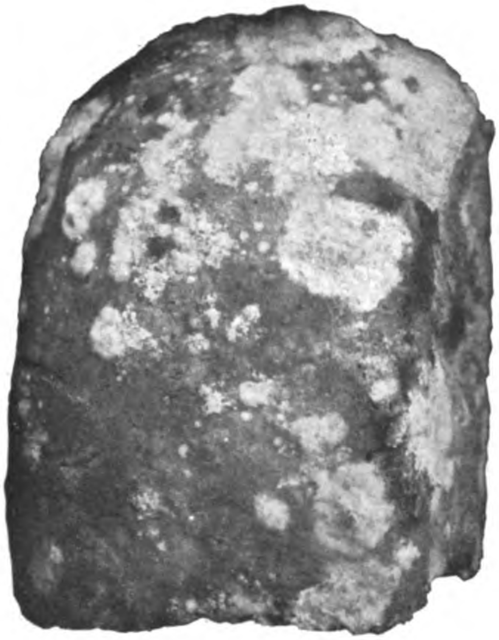
Neumann, M. P., u. Knischewsky, Olga, Über das Fadenziehen des Brotes. (Zeitschr. f. d. ges. Getreidewes. Jahrg. 3. 1911. S. 187—191, 215—220. 242—245.)

Pott, Em., Handb. d. tier. Ernährung u. d. landwirtschaftl. Futtermittel. 2. Aufl. Bd. 1. Berlin (P. Parey) 1904. S. 335.

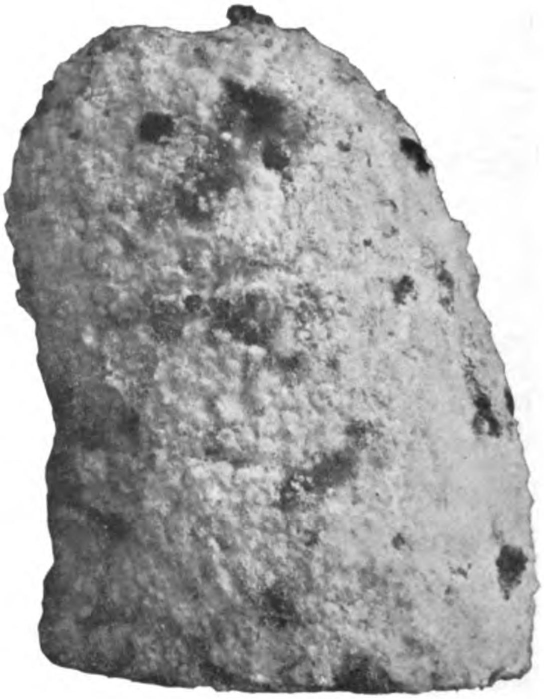
Riess, Bot. Zeitg. 1853. S. 136. T. III.



5.

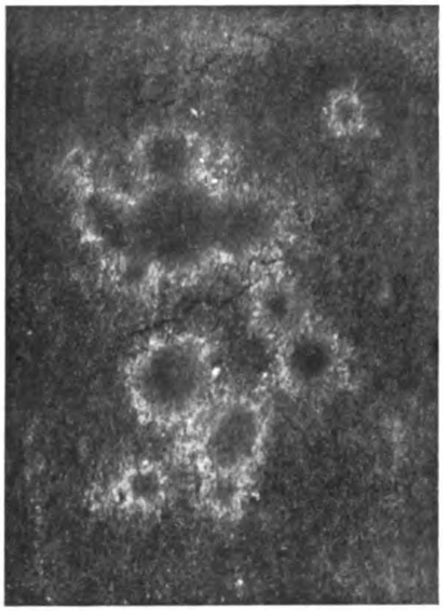


6 a.

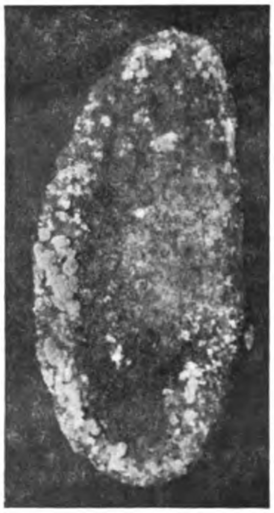


6 b.

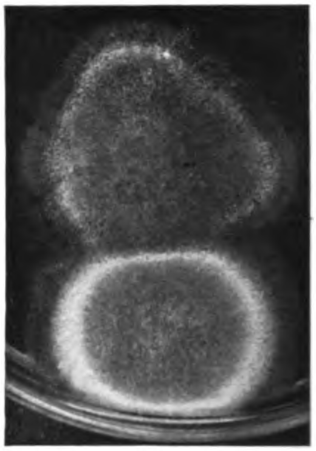
Verlag von **Gustav Fischer** in **Jena.**



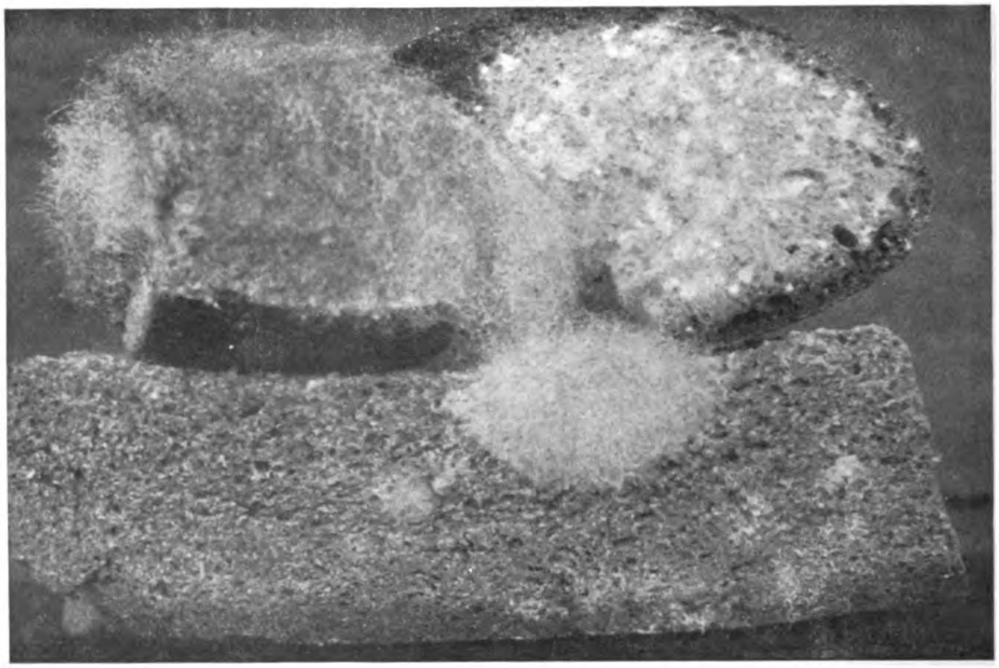
1.



2.



3.



4.

Verlag von **Gustav Fischer** in **Jena.**

Robertson, J. Chalmers, The Lancet. 1887. II. p. 518.

Rochard, Du parasitisme végétal dans les altérations du pain observées pendant les mois d'août septembre et octobre 1871 à la Prison de la Santé. (Ann. d. Hyg. publ. Sér. II. T. 40 1870.)

Schostakowitsch, W., Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. Bd. 15. 1897. S. 471.

Strasburger, Noll, Schenck, Schimper, Lehrbuch d. Botanik. 4. Aufl. 1900. S. 316.

Van Tieghem, Ann. scienc. nat. Sér. VI. T. 4. 1876. p. 390.

Vuillemin, Bull. soc. d. scienc. de Nancy. T. 19. 1886. p. 92. t. IV.

—, Bull. soc. bot. de France. T. 23. 1886. p. 236. Bull. soc. myc. de France. T. 19. 1903. p. 106.

Wehmer, C., (1), Beitr. zur Kenntn. einheim. Pilze. 1896. H. 2. Jena 1895. S. 73—77.

—, (2), Die Pilzgattung Aspergillus in morpholog., physiolog. u. systemat. Beziehung. (Mém. Soc. phys. hist. nat. T. 33. Genf 1901.)

—, (3), Morphologie und Systematik der Familie der Aspergillaceen. (Lafar, Handb. d. Techn. Mykol. 2. Aufl. Bd. 4. 1906. S. 207—230.)

—, (4), Mucoraceengärungen. (Lafar, Handb. d. techn. Mykol. Bd. 4. 1907. S. 503.)

Welte, Eugen, Biologische und pathologische Untersuchungen über das Verschimmeln des Brotes. Diss. München 1895. (Arch. f. Hyg. Bd. 24. 1895. S. 84; Bd. 25. S. 104.)

Westling, Über die grünen Species der Gattung Penicillium. (Ark. f. Botan. Bd. 11. 1911/12. 156 pp.)

Wilhelm, Beitr. z. Kenntn. d. Pilzgattung Aspergillus. Berlin 1877. S. 66—68.

Zippel, Zeitschr. f. Veterinärk. Bd. 6. 1894. S. 57.

Tafelerklärung.

Tafel I. Fig. 1—4.

Fig. 1. Gesäuertes, angeschobenes Roggenbrot, 4 Tage alt, im unbelüfteten Zimmer aufbewahrt. Von der Seite gesehen. Grüne, weiß umrandete Polster des Aspergillus glaucus. Beginnende Spaltenbildung.

Fig. 2. Ungesäuertes Roggenbrot in einer mit Penicillium crustaceum beimpften Blechbüchse bei Zimmertemperatur aufbewahrt, 1 Monat alt. Reichlicher Befall durch Penicillium crustaceum, daneben Rhizopus nigricans.

Fig. 3. Aspergillus glaucus (a) und Penicillium crustaceum (b). Würzeagar.

Fig. 4. Ungesäuertes Weizenbrot (a), Zwieback (b) und gesäuertes Roggenbrot (c), in einer mit Rhizopus nigricans beimpften Blechbüchse 5 Tage aufbewahrt. Das Weizenbrot ist vollständig von Rhizopus nigricans bedeckt, dessen Sporangien bereits schwarz zu werden beginnen. Der Zwieback ist von Oospora variabilis befallen.

Tafel II. Fig. 5—6.

Fig. 5. Von Aspergillus glaucus befallenes eingetrocknetes Weizenbrot mit grünen Konidienrasen und gelben Perithezien (in der Mitte).

Fig. 6. a Gesäuertes angeschobenes Roggenbrot, b ungesäuertes freigeschobenes Weizenbrot, 1 Monat im feuchten Brutschrank bei 30—40° C aufbewahrt. Auf der Seitenfläche des Roggenbrotes war zuerst das olivbraune Penicillium olivaceum aufgetreten, auf der Oberseite kam der blaugrüne Aspergillus glaucus zur Entwicklung, auf beiden Broten erschienen dann die weißen Rasen des Aspergillus candidus, dazwischen die gelben des Aspergillus flavus und die schwarzen des Aspergillus niger. Die Rasen der beiden letzteren Pilze heben sich auf den Bildern als dunkle Flecke ab.

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

Nachdruck verboten.

Über den Einfluß der Konzentration der Würze auf die Biologie der Hefe.

[Aus dem pflanzenphysiologischen Institute der k. k. Universität in Wien.]

Von Prof. Dr. **Heinrich Zikes**, Wien.

Nr. 111 der zweiten Folge.

Über den Einfluß, welchen die Würzekonzentration auf die Biologie der Hefe ausübt, ist in der Literatur noch wenig enthalten, obwohl es von größerem Interesse erscheint, zu wissen, bei welchen Dichten der Würze die Vermehrungsfähigkeit, bei welchen das Gärungsvermögen der Hefe Schaden nehmen oder andere Funktionen derselben in stärkere Mitleidenschaft gezogen werden.

F. Schönfeld und Chr. Goslich[1]) haben die Beobachtung gemacht, daß die Hefeernten in 12—7° Würzen allmählich abnehmen, daß aber in letzterem Falle noch immer genügend Hefe geerntet wird. Hierbei bedienten sie sich zweierlei Methoden, einerseits der Zählmethode, indem sie in einem bestimmten Raumteil der Würze bzw. des Bieres sowohl nach dem Anstellen der Hefe, als auch im Zustand der Hochkräusen die Anzahl der Zellen feststellten — sie konnten hierbei in 7° Würzen eine Vermehrung auf das 3—3,7 fache beobachten —; andererseits unterzogen sie sich der Mühe, die Aussaathefe und die geerntete Hefe zu wägen und kamen zu einer 2,7—2,8 fachen Vermehrung. Gegenüber 11° Würzen ergab sich eine Verminderung der Hefe um ⅓ bez. 66 Proz. Sie beobachteten weiter, daß in noch schwächeren Würzen der Auftrieb der Hefe nachläßt, die Gärungsenergie sich verschlechtert, wobei die Hefe sich zu rasch absetzt und dem Bier nicht mehr die gleiche Schutzkraft darbietet, wie in höher konzentrierten Würzen. Sie betonen, daß 7° Würzen die untere Grenze darstellen, bei welcher der Auftrieb der Hefe noch in genügender Weise vor sich geht, daß dagegen andere Funktionen der Hefe bereits schon eine zunehmende Retardierung erfahren.

Die gleichen Verff.[2]) studierten später die Höhe der Hefegabe bei höher und niederprozentigen Würzen. Sie fanden als bestes Verhältnis für 11° Würzen pro hl 0,5 l dickbreiige Hefe, für 6° Würzen 0,33 l, ebenso auch für 3° Würzen. Bei 6° Würzen beobachteten sie eine Vermehrung um das 3- bis 4fache, bei 3° Würzen um das 1½—2fache der Aussaat. In 11° Würzen betrug die Hefeernte 1½ kg gepreßter Hefe pro 1 hl Bier, in 6° Würzen 0,5 kg und in 3° Würzen 0,2 kg; auch fanden sie in 6° Würzen noch keine Entartung der Hefe, wohl aber in 3° Würzen.

H. Will[3]) stellte mikroskopisch den Ernährungszustand der Hefe in 6- und höherprozentigen Würzen und in Dünnbierwürzen fest. Er fand, daß das mikroskopische Bild der Hefezellen (Satzhefe) in geringer prozentigen Würzen gegenüber höherprozentigen wesentlich geändert erscheint. Wird untergärige Brauereihefe in normalen 10—12° Würzen gezüchtet, so sind ihre kugelförmigen, elliptischen oder eiförmigen Zellen nach Schluß der Hauptgärung meist völlig voneinander getrennt. Im Protoplasma treten die Vakuolen in kugel-, zuweilen in bohnenförmiger oder ganz unregelmäßiger Gestalt auf; dieselben sind aber immer scharf begrenzt. Zumeist treten sie einzeln, seltener in der Mehrzahl auf. Das Plasma erscheint stark lichtbrechend und mehr oder weniger feinschaumig bis feinkörnig. Die Zellen sind reich an Glykogen. Granula sind nur in geringer Zahl vorhanden, ferner kommen nur einzelne tote Zellen vor.

---

[1]) Wochenschr. f. Brauer. Jahrg. 34. 1917. S. 173.

[2]) Wochenschr. f. Brauer. Jahrg. 34. 1917. S. 205.

[3]) Zeitschr. f. ges. Brauwes. Bd. 40. 1917. Nr. 27/28.

In 6° Würzen zeigen die Zellen der Satzhefe im großen und ganzen ein ähnliches Bild, jedoch findet sich in der Regel im Plasma eine größere Menge von Granula (fettartiger Natur) vor. Manche Zellen sind von einem stark wässrigen Inhalt fast vollständig erfüllt, so daß das Plasma nur randständig vorhanden ist. Tote Zellen finden sich auch hier nur in geringer Menge vor.

In Dünnbierwürzen fiel vor allem eine Ungleichmäßigkeit der Satzhefezellen auf, welche teils die Größe, teils die Form der untersuchten Zellen betraf. Dieselben erschienen gegenüber denjenigen nur 6° Würzen schlechter ernährt und befanden sich sichtlich in einem gesteigerten, jedoch nur als mäßig zu bezeichnenden Hungerzustand. Der plasmatische Inhalt der Zellen war in der Regel unter kräftiger Vakuolenbildung stark reduziert, wobei das Protoplasma stärker granuliert erschien, ein Zeichen hungernder Zellen. Glykogen war in der Regel nicht nachweisbar. Kräftiger als die beschriebenen Satzhefezellen aus Dünnbierwürzen erschienen die Zellen, welche aus den Jungbieren selbst stammten. Hier waren geringere Unterschiede gegenüber höherprozentigen Würzen wahrnehmbar. Die Vakuolisierung war geringer, das Plasma war homogener und weniger granuliert. Die Glykogenbildung erwies sich bei den meisten Zellen als ziemlich reichlich. Von einem Hungerzustand konnte in diesem Falle nur in geringem Maße die Rede sein; der größte Teil der Zellen erschien gesund und kräftig, wenn sie auch nicht als wohlgenährt bezeichnet werden konnten. Kranke und geschwächte Zellen waren nur vereinzelt wahrnehmbar.

Zur Ergänzung dieser Arbeiten, welche das Material direkt der Praxis entnahmen, erschien es mir wichtig, genauer auf die Beeinflussung der Hefe durch die Darbietung schwächerer Würzen einzugehen; vor allem wollte ich diesen Einfluß auf das Vermehrungs- und Gärvermögen der Hefe möglichst genau studieren, weiter war ich bestrebt, die Wirkung schwächerer Würzen auf die Generationsdauer der Hefe zu überprüfen, sowie ihren Einfluß auf die Morphologie der Hefe, auf ihre Glykogen- und Fettbildung kennen zu lernen.

Zu diesem Zweck ging ich von einer Würze aus, die ich mir selbst im Laboratorium hergestellt hatte, und die in folgender Weise zur Darstellung gekommen war:

Ich maischte (nach Windisch[1]) eine gewisse Menge Malz (Wiener Type) mit in der Kälte entkarbonisiertem Wasser so kalt als möglich abends ein und ließ die Maische über Nacht stehen. Am nächsten Morgen wurde aufgemaischt, die Temperatur dann allmählich auf 35° C gebracht und bei dieser Temperatur eine halbe Stunde gehalten, hierauf unter langsamer Temperaturerhöhung auf 50° C gebracht und wieder eine halbe Stunde gehalten, dann die Temperatur allmählich auf 63—65° C erhöht und wieder eine halbe Stunde gehalten, endlich die Temperatur auf 70—72° C gesteigert und gehalten, bis die jodnormale Verzuckerung eintrat, schließlich auf 75° C erhitzt und abgemaischt. Die verwendete Hopfenmenge entsprach 0,5 kg pro 100 l Würze und wurde solange (ca. 1½ Stunde) mitgekocht, bis eine entsprechende Bruchbildung eintrat. Dieselbe war derart geglückt, daß sie selbst den strengsten Anforderungen entsprach.

---

[1]) Wochenschr. f. Brauer. 1917. Nr. 35.

Die resultierende Würze war klar, wie der Brauer sagt, „feurig“ und setzte selbst nach dem Sterilisieren verhältnismäßig nur wenig Depot ab, was hauptsächlich der Art ihrer Darstellung zu verdanken war, die eine längere Eiweißrast und ein längeres Verweilen bei der Verzuckerungstemperatur vorsieht, und welche bei der Weiterverarbeitung der Würze und bei den Untersuchungen sehr zu statten kam. Diese Würze wurde mittelst entkarbonisiertem Wasser auf 13° gebracht und zum Ausgang der Versuche gewählt.

Von dieser Grundwürze aus wurden die anderen schwächeren Würzen durch Verdünnung mit Wasser in entsprechender Weise hergestellt; die Versuche selbst wurden in sterilen Würzen vorgenommen. Die zu denselben verwendete Hefe war ein Stamm aus meiner Hefesammlung von mittelhohem Vergärungsgrad.

1. Einfluß der Würzekonzentration auf das Vermehrungs- und Gärvermögen der Hefe.

Es wurden je 2 Erlenmeyerkolben von 1 l Inhalt mit je 500 ccm der betreffenden Würze beschickt, mit einem Wattepfropfen verschlossen und sterilisiert, so daß stets 2 Kontrollproben zur Anstellung kamen. Dann wurden pro ccm Würze je 200 frisch regenerierter Hefezellen eingesät und die Vergärung in einem Thermostaten bei 25° C durch 7 Tage vorgenommen, wobei der Inhalt der Kolben täglich einmal, und zwar möglichst gleichmäßig, umgeschüttelt wurde.

Nach 7 Tagen wurde das Vermehrungsvermögen mittelst eines Zeißschen Haematimeters festgestellt und der Extrakt- bzw. Alkoholgehalt bei jenen Bieren, welche aus über 3° Würzen stammten, mittelst Zeißschen Refraktometers und der Dichte, bei den ganz leichten Bieren, welche aus 3°, 2° und 1° Würzen hervorgegangen waren, mittelst der Destillationsmethode bestimmt.

Nachfolgende Tabelle mag die erhaltenen Zahlenwerte wiedergeben. Dieselbe enthält in der 1. Kolonne die betreffenden Analysennummern, die 2. Kolonne die aus dem Extrakt und Alkoholgehalt unter Zuhilfenahme der Gleichung

$$x = \frac{100\ (e + 2{,}0665 \cdot a)}{(100 + 1{,}0665 \cdot a)}$$

berechnete durchschnittliche Konzentration der Stammwürze. In der 3. Kolonne sind die erhaltenen Extraktgehalte, in der 4. die Alkoholgehalte verzeichnet. In der 5. Kolonne ist das Vermehrungsvermögen, d. i. die Vermehrung einer Zelle innerhalb 7 Tagen, wiedergegeben, in der 6. die pro ccm Bier entstandene Zellenzahl; die 7. Kolonne drückt in den angegebenen Zahlenwerten die Leistung von 1 Mill. Zellen in bezug auf den Abbau des ursprünglichen Extraktes in Milligrammen aus, die 8. Kolonne den Abbau durch eine Zelle.

Unterzieht man die Tabelle einer genaueren Durchsicht, so ersieht man, daß in 11½° Würzen das Vermehrungsvermögen wesentlich höher liegt als in 8° und schwächeren Würzen; in 8—4,5° Würzen hält sich dasselbe ungefähr auf gleicher Höhe, d. h. die Hefe vermehrt sich bei diesen Kategorien von Würzen innerhalb 7 Tagen in ungefähr gleicher Weise. Von da ab, also von 3½° Würzen, sinkt dasselbe sukzesive, um in 1° Würzen auf die tiefste Stufe, 92—98 000 Zellen, zu gelangen.

Tabelle 1.

Analysen-Nr.	Konzentration der Stammwürze	Extraktgehalt des Bieres	Alkoholgehalt des Bieres	Vermehrungsvermögen der Hefe (innerhalb 7 Tagen)	Es kamen pro ccm Mill. Zellen zur Entwicklung Mill.	1 Mill. Zellen baut ab — Extrakt = Gärvermögen mg	1 Zelle baut ab Extrakt mg
1.	11,39	A. 4,66	3,45	440 000	88,0	0,76	0,000 000 76
		B. 4,62	3,47	421 000	84,2	0,80	0,000 000 8
2.	7,95	A. 3,14	2,40	265 000	53,0	0,89	0,000 000 89
		B. 3,13	2,45	276 000	56,2	0,87	0,000 000 87
3.	7,06	A. 2,80	2,18	255 000	51,0	0,84	0,000 000 84
		B. 2,81	2,10	243 000	48,6	0,86	0,000 000 86
4.	6,44	A. 2,50	1,97	255 000	51,0	0,77	0,000 000 77
		B. 2,48	1,99	239 500	47,9	0,82	0,000 000 82
5.	4,91	A. 2,24	1,36	256 000	51,2	0,53	0,000 000 53
		B. 2,27	1,31	245 500	49,1	0,52	0,000 000 52
6.	4,24	A. 1,81	1,20	264 000	52,8	0,47	0,000 000 47
		B. 1,79	1,18	258 000	51,6	0,46	0,000 000 46
7.	3,41	A. 1,29	1,04	196 000	39,2	0,53	0,000 000 53
		B. 1,29	1,05	200 500	40,1	0,53	0,000 000 53
8.	2,41	A. 1,03	0,78	161 000	32,2	0,43	0,000 000 43
		B. 1,05	0,74	154 000	30,8	0,43	0,000 000 43
9.	1,75	A. 0,65	0,58	132 500	26,5	0,41	0,000 000 41
		B. 0,67	0,56	130 500	26,1	0,42	0,009 000 42
10.	1,03	A. 0,40	0,33	98 000	19,6	0,32	0,000 000 32
		B. 0,38	0,33	92 500	18,5	0,34	0,000 000 34

Aus den Zahlen andererseits, welche die Werte für das Gärungsvermögen wiedergeben, ist zu entnehmen, daß die Leistungen der Hefe in 11½° Würzen etwas niedriger zu bewerten sind als in 8—7° Würzen. Dies läßt sich dadurch erklären, daß die gebildete Zellenanzahl in 11½° Würzen eine bedeutend höhere ist als in jenen, daß aber die Leistung der gebildeten Hefe sich nicht in dem gleichen Verhältnis bewegt, infolgedessen das Gärvermögen einen etwas kleineren Wert aufweist und sich etwa auf gleicher Höhe hält wie in 6½° Würzen.

In 5° Würzen sinken plötzlich die Werte auf etwa 66 Proz., um dann weiter langsam abzunehmen und den Tiefstand bei 1° Würzen zu erlangen.

Resumiert man daher kurz das Mitgeteilte, so kann man sagen, daß unter den beschriebenen Versuchsbedingungen die Vermehrung der Hefe erst in 3½° Würzen ungünstig beeinflußt wird, während das Gärvermögen bereits in 5° Würzen eine gewisse Schwächung erfährt. Je weniger konzentriert dann die dargebotene Würze ist, desto ungünstiger gestalten sich sowohl das Vermehrungs- wie auch das Gärvermögen.

In 1° Würzen sinkt das Vermehrungsvermögen gegenüber den Höchstwerten auf 22 Proz., das Gärvermögen auf 38 Proz.

2. Einfluß der Konzentration der Würze auf die Generationsdauer der Hefe.

Die Generationsdauerbestimmung wurde in der Weise durchgeführt, daß Spuren frisch regenerierter Kulturen der Hefe in die verschiedenen Würzen gebracht und diese mit der jeweiligen gleichen Würze solange versetzt wurden, bis kleine Tröpfchen (1—1½ mm Diam.) durchschnittlich je eine Zelle enthielten. Solche Tröpfchen wurden mittels steriler Zeichenfeder (nach Lindner) reihenweise geordnet auf Deckgläser gebracht und diese dann auf hohle Objektträger aufgesetzt, nachdem letztere mit einem Vaselinring versehen worden waren. Hierauf wurden die einzelnen Tröpfchen mikroskopisch und jene markiert, welche nur 1 Hefezelle enthielten. Hierauf wurden die Präparate in den Thermostaten gebracht und 8 Stunden daselbst bei den in untenstehender Tabelle angegebenen Temperaturen belassen. Nach dieser Zeit wurden die markierten Tröpfchen neuerdings mikroskopiert und die Zellenzahl der entstandenen Kolonien festgestellt. Aus den gefundenen Werten wurde die Durchschnittszahl berechnet und aus dieser und der Zeit (in Stunden ausgedrückt) nach der modifizierten Pedersenschen Formel

$$x = \frac{t \log 2}{\log M},$$

in welcher t die Zeitdauer des Versuches, M die Zahl der im Durchschnitt gewachsenen Zellen bedeutet, die Generationsdauer berechnet.

Tabelle 2.

Nr. der Analyse	Grädigkeit der Würze	Versuchsdauer Std.	Temperatur	Aus einer Zelle gewachsen	Im Durchschnitt	Generationsdauer
1.	13	8	22°	4, 4, 6, 6, 5, 8, 6, 5, 4, 5, 7, 4	5,3	3 St. 19 M.
	1	8	22°	6, 4, 4, 5, 5, 8, 6, 3, 4, 6, 7, 8	5,5	3 St. 15 M.
2.	13	8	23°	4, 4, 5, 8, 5, 4, 7, 4, 6, 7, 8, 8, 9, 5, 5, 6, 5, 8, 7, 5, 6, 4, 5, 4, 4, 8, 5, 8	5,8	3 St. 09 M.
	1	8	23°	6, 2, 6, 6, 5, 8, 9, 12, 8, 8, 8, 6, 6, 4, 7	6,7	2 St. 55 M.
3.	13	8	26°	9, 10, 8, 8, 8, 8, 6, 4, 6, 8, 8, 7, 6, 8, 10, 10, 8, 7, 11, 10, 4, 8, 9, 7, 8, 12, 4, 7, 9, 9, 9	7,9	2 St. 41 M.
	1	8	26°	8, 8, 9, 6, 5, 7, 8, 9, 11, 11, 10, 7, 12, 11, 6, 11, 7, 8, 8, 8, 8, 7, 7, 7, 12, 12, 7, 4, 9, 13, 9	8,6	2 St. 34 M.
4.	9	8	23°	4, 5, 7, 7, 4, 7, 7, 7, 7, 7, 7, 6, 8, 8, 5, 4, 5	6,2	3 St. 02 M.
	1	8	23°	10, 8, 6, 6, 8, 9, 6, 7, 7, 7, 7, 7, 7, 7, 7, 5, 5	7,0	2 St. 51 M.
5.	5	8	22°	8, 4, 4, 7, 7, 8, 4, 4, 7, 7, 8, 8, 4, 10, 7, 7, 6, 7, 7, 8, 8, 7, 7, 6, 4, 6, 7, 4, 6, 7, 4, 4, 5, 8, 6, 6	6,2	3 St. 02 M.
	1	8	22°	5, 4, 4, 7, 7, 6, 6, 8, 7, 5, 7, 7, 4, 6, 6, 6, 7, 7, 7, 4	6,0	3 St. 05 M.

Wie aus der Tabelle zu ersehen ist, sind zumeist 3 vergleichende Versuche in 13° und 1° Würze bei verschiedenen Temperaturen gemacht worden.

Die Angaben der Generationsdauerbestimmungen erweisen, daß die Wachstumsgeschwindigkeit der Hefe bei allen 3 Temperaturen (22, 23, 26°) in 1° Würzen etwas höher liegt als in 13° Würzen. Dies dürfte dahin zu erklären sein, daß einerseits bei der Einsaat der Hefe — selbst in 1° Würze — genügende Mengen von Nährstoffen vorhanden sind, um die Hefe rasch zur Vermehrung zu bringen, andererseits läßt sich aber aus diesen Angaben schließen, daß die Hefe aus dünneren Würzen infolge des niederen Gehaltes letzterer an kolloidalen Substanzen leichter osmosierbare Nahrungsstoffe aufnimmt als in höhergradigen Würzen. Bei diesen wird das Eindringen der Nahrungsstoffe in das Innere der Hefezelle durch einen höheren Gehalt an Kolloiden erschwert, die sich an die Zellhaut anlegen und auf derselben häufen. Vielleicht kann aber auch noch ein zweiter Erklärungsgrund angeführt werden, der nämlich, daß viele Organismen unter ungünstigeren Lebensbedingungen vor allem an ihre Vermehrung gehen, also alles an vorhandener Nahrung so rasch wie möglich zum Aufbau neuer Zellelemente verwenden.

Auch gegenüber 9° Würzen geht in 1° Würzen die Vermehrung der Hefe anfänglich etwas rascher vor sich, und erst von 5° Würzen an ist die Vermehrungsgeschwindigkeit eine etwa gleich hohe.

Auch bei den früher besprochenen Gärversuchen (Tab. 1) konnte ich in den ersten 2 Tagen eine fast gleichstarke Depotbildung bei allen untersuchten Würzen beobachten; später verschob sich aber die Mächtigkeit des Bodensatzes zugunsten der höher konzentrierten Würzen. Es wird also nach meinen Erfahrungen die Hefe sich zu Anfang der Anstellung, kurz gesagt, fast gleich rasch in höher und niedriggradigen Würzen entwickeln, solange eben in letzteren Assimilationsmaterial in genügender Menge vorhanden ist; beginnt aber letzteres zur Neige zu gehen, so wird die Vermehrungsgeschwindigkeit immer mehr retardiert. Diese Retardierung wird dann um so früher eintreten, je verdünnter und schwächer die verwendete Würze war.

3. Einfluß der Würzekonzentration auf die Morphologie der Hefe, ihren Glykogen- und Fettgehalt, sowie auf ihre Lebensfähigkeit.

Der Einfluß, welchen die Konzentration der Würze auf die Gestalt und Form der untersuchten Hefezellen äußert, ist, selbst wenn man die in 13° und 1° Würze gewachsenen Zellen miteinander vergleicht, ein sehr geringer. Es scheint, als ob die Hefe in schwächeren Würzen mehr gestrecktere Formen annimmt; so war in konzentrierteren Würzen die Kugelform dominierend, während in verdünnteren Würzen auch ovale und elliptische Formen, in 1° Würze sogar in etwas größerer Menge, auftraten.

Viel auffallender ist der Einfluß auf die Größe der Zellen; hier ergeben sich, selbst bei einer ganz flüchtigen Durchsicht, deutlichere Unterschiede. Die in schwächeren Würzen gewachsenen Zellen sind kleiner und unansehnlicher; so habe ich in 13° und 1° Würze eine größere Anzahl von Zellen gemessen, und konnte für erstere Durchschnittszahlen von 5—6 μ in der Breite, 7—9 μ in der Länge finden, während ich in 1° Würze durchschnittlich nur 3—4 μ breite und 5—6 μ lange Zellen zur Entwicklung kommen sah. Wie ich weiter durch tägliche Beobachtung wahrnehmen konnte, gehen die Granula und Vakuolenbildung um so rascher vor sich, je verdünnter die Würze ist. In konzentrierteren Würzen bleibt das Protoplasma der Zellen nach der Einimpfung viel länger undifferenziert und ohne Vakuolenbildung, dagegen traten in verdünnteren Würzen die Granulationen und Vakuolenbildungen viel rascher auf. In 13° Würze zeigte sich nach 48 Stunden Vakuolenbildung erst vereinzelt, in 1° Würze bereits nach 24 Stunden sehr häufig; ebenso verhielt es sich mit der Granulabildung (fettartiger Natur). In höherprozentigen Würzen waren die Granula selbst nach 4-wöchentlicher Kultivierung klein und in verhältnismäßig geringer Zahl zur Entwicklung gekommen; dagegen waren die Fettausscheidungen, z. B. in 3°, 2° und 1° Würzen, schon bis zur Vereinigung größerer Tropfen gediehen, die oft fast $\frac{2}{3}$ des Zellinhaltes einnahmen, wie ich durch Behandlung mittels Sudan III (in einer Alkohol-Glyzerinlösung) nachzuweisen vermochte.

Die Glykogenbildung geht in konzentrierteren Würzen rascher und intensiver vor sich; einzelne Zellen enthalten selbst nach 4wöchentlicher Beobachtung noch ziemlich reichlich Glykogen, dagegen vollzieht sich in schwächeren Würzen (5, 4, 3, 2, 1° Würzen) die Abscheidung dieses Reservestoffes langsamer und um so schwächer, je verdünnter die Würze war; nach 14 Tagen gelang es in 2 und 1° Würzen, nur bei einzelnen Zellen, nach entsprechender Behandlung mit Jodlösung, eine ganz schwache Braunfärbung zu erzielen.

Man ersieht aus allen diesen Angaben, daß die Hefe in niedrigkonzentrierten Würzen um so mehr degeneriert und geschwächt wird, je verdünnter dieselben sind. Dieses Fortschreiten der Degenerierung ist bei den besprochenen Funktionen ein allmähliches.

Schließlich wurde noch das Verhalten der Hefe in den verschiedenen Würzekonzentrationen auf die Aufnahme von Methylenblau überprüft, um tote bzw. geschwächte Zellen direkt nachzuweisen. Hierzu wurde die Methode von E. Schlichting und H. Winther[1]) benutzt, bei welcher 0,06 ccm einer $^1/_{1000}$ Methylenblaulösung auf ca. 40 000 Zellen pro ccm zur Einwirkung gelangt.

Es zeigte sich, daß in konzentrierteren Würzen die Aufnahme des Farbstoffes anfänglich nur in sehr wenigen Zellen (wahrscheinlich in den alten überimpften) erfolgte, daß aber auch später in 10—13° Würzen, z. B. nach 3 Wochen nur $^1/_{10}$, nach 4 Wochen nur $^1/_6$ der Zellen den Farbstoff aufnahm. Anders verhielten sich die Zellen in verdünnteren Würzen. Zwar wurden auch hier nur wenige Zellen anfänglich tingiert, dann aber nahm die Zahl der intensiver färbbaren Zellen bedeutend zu; so waren nach 3 Wochen in 1—2° Würzen ca. $^2/_5$, nach 4 Wochen $\frac{3}{4}$ der Zellen stärker gefärbt; aber auch die meisten der übrigen Zellen nahmen den Farbstoff schwach auf.

Man ersieht auch hieraus wieder, daß in verdünnteren Würzen die Zellen rascher der Schwächung anheimfallen und rascher zugrunde gehen.

Einzelne Zellen überdauern aber selbst in 1° Würze diesen von Tag zu Tag zunehmenden Schwächezustand und kommen selbst nach 8wöchentlicher Kultivierung bei Überimpfung in neues Nährsubstrat wieder zur Entwicklung.

Zusammenfassung.

Auf Grund der vorstehenden Ergebnisse spricht sich der Einfluß der Konzentration der Würze auf die Biologie der Hefe folgendermaßen aus:

---

[1]) Nation. Brewers Akad. New York; Intern. Kongreß f. ang. Chemie. London.

1. Das Vermehrungsvermögen der untersuchten Hefe (Typus Frohberg) wird in 3,5° und darunter liegenden Würzen ungünstig beeinflußt.

2. Das Gärvermögen erleidet bereits in 5° Würzen eine gewisse Schwächung.

3. Die Generationsdauerbestimmung ergab feinere Unterschiede. Die Hefe vermehrt sich anfänglich in 1° Würzen etwas rascher als in 11°, 9° und ähnlich hochprozentigen Würzen, dagegen gelangt sie in 5° und darunter liegenden Würzen etwa gleich rasch zur Vermehrung. Diese auffallende Tatsache wurde dahin erklärt, daß die Hefe bei der Einsaat — selbst in 1° Würze — genügende Mengen von Nahrungsstoffen vorfindet, daß aber außerdem in verdünnteren Würzen die Assimilation der osmosierbaren Nahrungsstoffe leichter möglich ist als in konzentrierteren, da in diesen kolloidale Substanzen in größerer Menge vorhanden sind, die durch Anhäufung auf der Zellhaut der Hefezellen den Durchtritt der ersteren erschweren und hierdurch die Wachstumsgeschwindigkeit der Hefe geringer wird. Eine zweite Art der Erklärung wäre auch die, daß viele Organismen unter ungünstigeren Lebensbedingungen vor allem an ihre Vermehrung gehen und die vorhandenen Nahrungsstoffe in erster Linie so rasch wie möglich zum Aufbau neuer Zellelemente benutzen.

4. Die Konzentration der Würze übt einen schwachen Einfluß auf die Gestalt und Form der Hefe, dagegen einen stärkeren auf die Größe derselben aus. Je konzentrierter die Würze ist, desto größere und kräftigere Zellen werden gebildet.

5. Die Vakuolen- und Granulabildung gehen in verdünnteren Würzen rascher und intensiver vor sich.

6. Die Glykogenbildung setzt in konzentrierteren Würzen rascher und kräftiger ein; sie dauert auch daselbst länger an als in verdünnteren Würzen.

7. Durch Färbung mittels Methylenblau (Methode Schlichting-Winther) wurde eine raschere und intensivere Degenerierung der Hefe in schwächeren Würzen direkt nachgewiesen.

Nachdruck verboten.

Über Denitrifikation bei Gegenwart von schwer zersetzlichen organischen Substanzen.

[Mitteilung aus der landwirtschaftlichen Versuchsstation Rostock.]

Von **Otto Nolte.**

Wie zahlreiche Versuche über Denitrifikation dargetan haben, ist für das Zustandekommen der Stickstoffentbindung durch Mikroorganismen notwendig, daß zwei Bedingungen erfüllt sind, nämlich Sauerstoffmangel und Anwesenheit geeigneter organischer Substanzen. Als geeignete organische Substanzen sieht man im allgemeinen solche an, welche leicht zersetzbar sind, da sie ja die Energiequelle für die denitrifizierenden Bakterien darstellen. So gelten als ausgezeichnete Kohlenstoffquellen Glyzerin, viele Zuckerarten, Stärke, Zitronensäure und ähnliche Säuren; Stroh dagegen ist ein für die Denitrifikationsbakterien schon schwer angreifbarer Stoff. Je verholzter die Pflanzenzellen sind, um so geringer wird im allgemeinen die Fähigkeit der betreffenden Substanz sein, denitrifizierende Bakterien zu ernähren. Allerdings sind schon gelegentlich Beobachtungen gemacht worden, welche erkennen lassen, daß auch sehr schwer zersetzliche Substanzen Denitrifikation zu bewirken vermögen, so sah Th. Pfeiffer und Mitarbeiter[1]) erst neuerdings, wie unter dem Einflusse des rohen Ledermehls Denitrifikation stattfand, und die Versuche von A. Oelsner[2]) über Denitrifikation ohne Zufuhr von organischen Substanzen zeigen, daß auch die organischen Substanzen des Erdbodens Denitrifikationsbakterien zu ernähren vermögen. Daß auch Torf denitrifizierend zu wirken vermag, ist gelegentlich beobachtet worden[3]).

Die auffälligen Wirkungen einer Düngung mit Chinarindenrückständen, welche ich bei der Ausführung eines Vegetationsversuches zur Feststellung der Verwertbarkeit der Rückstände als Pflanzennährstoff zu beobachten Gelegenheit hatte, führten mich dazu, im Anschluß an die Vegetationsversuche Stickstoffbilanzversuche bei Gegenwart von Chinarinde anzustellen.

Zum allgemeinen Verständnis seien zunächst einige Daten aus dem Vegetationsversuche angeführt. Die Chinarindenrückstände stammten von der Chininfabrik Buchler & Co. in Braunschweig[4]); sie enthielten in der Trockensubstanz 0,86 Proz. Stickstoff, 0,44 Proz. Kali, 0,17 Proz. Phosphorsäure und 13,5 Proz. Kalk. Solche oder ähnlich zusammengesetzte Rückstände[5]) bleiben nach der Extraktion der feingemahlenen und mit Kalkbrei versetzten Chinarinde mit einem indifferenten Lösungsmittel nach dem Abblasen des überschüssigen Lösungsmittels zurück und häufen sich entweder in der Nähe der Fabrik an, oder finden gelegentlich als Kompostierungsmasse usw. in der Landwirtschaft Verwendung.

Der Vegetationsversuch wurde angestellt, um Aufklärung über die Aufnehmbarkeit der in den Rückständen enthaltenen Pflanzennährstoffe durch die Pflanzen zu bringen. Als Versuchspflanze diente Senf, als Bodenmaterial ein leichter, nährstoffarmer Sandboden. 4 der benutzten Tongefäße wurden mit einem Gemenge von 9,5 kg und 0,5 kg Rückstände gefüllt, weitere 4 mit einem Gemisch von 9 kg Sand und 1 kg Rückstände und schließlich weitere 4 mit einem Gemisch von 8 kg Sand und 2,0 kg Rückstände. Zum Vergleich wurden 8 Gefäße mit Sand gefüllt und hiervon 4 außerdem mit einer Nährlösung von 0,5 g Stickstoff, Kali und Phosphorsäure, als Salpeter, Chlorkalium bzw. primären Kalkphosphat versetzt.

---

[1]) Th. Pfeiffer u. a., Fühlings landw. Zeitg. 67. 1918. S. 62.

[2]) A. Oelsner, Centralbl. f. Bakt. Abt. II. 48. 1918. S. 210.

[3]) Th. Pfeiffer u. a., Mitt. d. landw. Inst. d. Univ. Breslau. 4. S. 754. G. Ampola u. E. Garino, Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 3. 1897. S. 309.

[4]) Für die Beschaffung der Rückstände danke ich auch an dieser Stelle Herrn Privatdozent Dr. Emde nochmals verbindlichst.

[5]) So fand M. Kling in einer Probe Chinarindenrückstände (Deutsch. landw. Presse. 45. 1918. S. 451.) 0,52 Proz. Stickstoff, 0,03 Proz. Kali und 15,80 Proz. Kalk.

Während der Senf sich auf den Gefäßen mit reinem Sand normal entwickelte, zeigten die Pflanzen auf den mit Rückständen vermischten Sande alle Zeichen eines ausgesprochenen Stickstoffmangels. Die Wasserversorgung geschah durch tägliches Begießen von oben, und zwar derart, daß der Boden bzw. das Bodengemisch 60 Proz. der Wasserkapazität an Wasser enthielt. Der Senf wurde bei beginnender Blüte geerntet, getrocknet und analysiert. Nach der ersten Ernte wurden noch 2 weitere genommen; auch hier war die Entwicklung der Pflanzen eine ähnliche wie vorher, stets war ein deutlicher Stickstoffmangel festzustellen.

Die nachstehende Tabelle zeigt das Versuchsergebnis; eine nähere Erläuterung erübrigt sich.

Nr.	Art der Behandlung	I. Ernte			II. Ernte		
		Trockengewicht (100°)	Stickstoff		Trockengewicht (100°)	Stickstoff	
			%	g		%	g
1—4	10 kg Sand	6,8	3,7	0,25	7,1	2,7	0,19
5—8	10 kg Sand + 0,5 g N, K_2O u. P_2O_5	12,1	4,4	0,53	8,0	3,4	0,27
9—12	9,5 kg Sand u. 0,5 kg Rückstände	1,6	1,9	0,03	2,7	1,8	0,05
13—16	9 kg Sand u. 1 kg Rückstände	1,1	1,8	0,02	2,3	1,8	0,04
17—20	8 kg Sand u. 2 kg Rückstände	1,2	1,8	0,02	2,0	1,7	0,03

Nr.	Art der Behandlung	III. Ernte			Summe der I.—III. Ernte	
		Trockengewicht (100°)	Stickstoff		Trockengewicht g	Stickstoff g
			%	g		
1—4	10 kg Sand	6,8	3,2	0,22	20,7	0,66
5—8	10 kg Sand + 0,5 g N, K_2O u. P_2O_5	10,4	3,4	0,35	30,5	1,15
9—12	9,5 kg Sand u. 0,5 kg Rückstände	1,9	2,3	0,04	6,2	0,12
13—16	9 kg Sand u. 1 kg Rückstände	1,8	1.7	0,03	5,2	0,09
17—20	8 kg Sand u. 2 kg Rückstände	1,7	1,7	0,03	4,9	0,08

Um zu entscheiden, ob bei Gegenwart der schwer angreifbaren Chinarindenrückstände tatsächlich Denitrifikation stattgefunden hatte, setzte ich einen Stickstoffbilanzversuch mit Sand, Chinarindenrückständen und Nitratlösungen von verschiedenem Gehalte an. Es wurden zu diesem Zwecke 50 g Sand mit 5 g Chinarinde und 10 ccm Wasser gemengt und Natriumnitratmengen mit 9,3; 18,5; 37,0; 74,0; 111,1; 148,0 und 185,0 mg Stickstoff zugesetzt bzw. in der zugesetzten Wassermenge vorher gelöst. Nach 8- bzw. 16tägiger Aufbewahrung bei 15° wurden je 2 Kolben einer Reihe auf den vorhandenen anorganischen Stickstoff und Gesamtstickstoff untersucht. Der benutzte Sand enthielt in 50 g 1,0 mg anorganisch gebundenen Stickstoff und 11,9 mg Gesamtstickstoff; 5 g Chinarinde enthielten 1,6 mg anorganischen Stickstoff und 34,9 mg Gesamtstickstoff.

Die nachstehende Tabelle zeigt das Ergebnis des Bilanzversuches[1]):

Nr.	Zusammensetzung der Mischung	Es waren vorhanden					
		am Anfang		nach 8 Tagen		nach 16 Tagen	
		Ges. N mg	anorg. N mg	Ges. N mg	anorg. N mg	Ges. N mg	anorg. N mg
1	50 g Sand u. 5 g Rinde . .	46,3	2,6	43,3	1,8	42,5	1,4
2	50 g Sand, 5 g Rinde u. 9,3 mg Nitrat-N.	55,5	11,8	52,8	8,4	50,7	8,8
3	50 g Sand, 5 g Rinde u. 18,5 mg Nitrat-N.	64,8	21,1	60,7	19,5	61,5	19,6
4	50 g Sand, 5 g Rinde u. 37,0 mg Nitrat-N.	83,3	39,6	78,2	34,9	76,2	32,2
5	50 g Sand, 5 g Rinde u. 74,0 mg Nitrat-N.	120,3	76,6	113,1	66,1	107,5	58,6
6	50 g Sand, 5 g Rinde u. 111,0 mg Nitrat-N.	157,3	113,6	138,3	96,9	126,9	87,9
7	50 g Sand, 5 g Rinde u. 148,0 mg Nitrat-N	194,3	150,6	165,9	120,5	141,2	99,6
8	50 g Sand, 5 g Rinde u. 185,0 mg Nitrat-N	231,4	187,7	196,1	153,3	159,4	137,7

Ein zweiter, ähnlicher Versuch, der sich vom ersten nur dadurch unterscheidet, daß die zugesetzte Wassermenge 20 ccm betrug, führte zu einem ähnlichen Ergebnis; nur erwies sich die Menge des entbundenen Stickstoffs im allgemeinen höher als vorher. Das Versuchsergebnis sei hier noch angeführt:

Nr.	Zusammensetzung der Mischung	Es waren vorhanden					
		am Anfang		nach 8 Tagen		nach 16 Tagen	
		Ges. N mg	anorg. N mg	Ges. N mg	anorg. N mg	Ges. N mg	anorg. N mg
1	Wie oben	w. ob.	wie oben	44,8	0,9	41,9	0,2
2	,, ,,	,, ,,	,, ,,	49,8	8,1	43,9	3,8
3	,, ,,	,, ,,	,, ,,	57,7	18,5	51,8	10,8
4	,, ,,	,, ,,	,, ,,	78,3	32,2	66,0	24,4
5	,, ,,	,, ,,	,, ,,	98,7	50,7	102,6	47,8
6	,, ,,	,, ,,	,, ,,	123,1	96,5	108,3	74,1
7	,, ,,	,, ,,	,, ,,	143,6	127,1	154,7	121,5
8	,, ,,	,, ,,	,, ,,	208,9	162,3	181,0	140,1

Aus den obigen Versuchen geht somit unzweifelhaft hervor, daß auch die stark verholzte Chinarinde imstande ist, den denitrifizierenden Bakterien als Energiequelle zu dienen und daß die Denitrifikation um so größer ist, je stärker der Mangel an Sauerstoff sich fühlbar macht.

---

[1]) Die Zahlen sind das Mittel von 2 Bestimmungen.

Nachdruck verboten.

Untersuchungen über die Sortenempfänglichkeit von Getreidepflanzen gegen Rostpilze.

Von **Gustav Gassner.**

I. Einleitung.

Vorbemerkungen.

Beispiele einer verschiedenartigen Rostempfänglichkeit sind schon seit langem bekannt und uns sogar aus dem Altertum übermittelt. Nachdem aber insbesondere die Untersuchungen von Eriksson und Henning (16, S. 326—366) ergeben hatten, daß man nicht von einer Rostanfälligkeit oder -widerstandsfähigkeit schlechthin, sondern nur von einer solchen gegen diese oder jene Rostart sprechen kann, haben die älteren Angaben an Wert außerordentlich verloren, weil sich aus ihnen meist nicht mehr feststellen läßt, auf welche Getreiderostpilze sich die Angaben über ein verschiedenartiges Verhalten gegenüber den einzelnen Getreidesorten bezogen haben.

Von den neueren, in dieser Richtung einwandfreien Untersuchungen über eine verschiedene Anfälligkeit der einzelnen Getreidesorten sind an erster Stelle die grundlegenden Arbeiten von Eriksson und Henning (16, S. 331) zu erwähnen, die einen außerordentlichen Einfluß der Sortenfrage für das Auftreten von Puccinia glumarum feststellen konnten, und z. B. beim Weizen zwischen „a) sehr empfänglichen, b) weniger empfänglichen und c) fast unempfänglichen“ Sorten unterscheiden (15, S. 97). Dagegen zeigte es sich, „daß man einen derartigen Unterschied der Empfänglichkeit in bezug auf den Schwarzrost und den Braunrost noch nicht hat nachweisen können“ (16, S. 366).

Die Tatsache einer verschiedenen Rostempfänglichkeit gegenüber Puccinia glumarum ist neuerdings durch eingehende Versuche verschiedener Autoren aufs neue bestätigt worden; vor allem von Nilsson-Ehle (46, 47, 48) und zuletzt von Kirchner (34) ist neues Beobachtungsmaterial in diesem Sinne zusammengetragen. Aber auch für die anderen Getreiderostarten finden sich, meist allerdings bei außereuropäischen Autoren, Angaben über das Vorliegen einer verschiedenen Rostempfänglichkeit. Die Angaben aus Australien (Literaturzusammenstellung siehe 16, S. 327) müssen sich auf Puccinia graminis und Puccinia triticina beziehen, da Puccinia glumarum in diesem Erdteil nicht vorzukommen scheint (14). Sehr ausführlich sind die in Nordamerika durchgeführten Untersuchungen Carletons (7), der sowohl für Puccinia graminis wie für Puccinia „Rubigo vera“ (= P. triticina) und P. „coronata“ (= P. coronifera) ein verschiedenes Verhalten der einzelnen Getreidesorten beschrieben hat. Über Beobachtungen mit südafrikanischen Getreiderostpilzen berichtet Evans (17). Auch aus Europa finden wir in den unlängst erschienenen Arbeiten von Litwinow (40) und Wawilow (62) Angaben über verschiedene Rostempfänglichkeit, die sich nicht oder fast nicht auf Gelbrost, sondern auf die übrigen Getreideroste beziehen. Auf Einzelheiten und weitere Literaturangaben wird später noch einzugehen sein.

Die den folgenden Ausführungen zugrunde liegenden Beobachtungen sind in den Jahren 1907—1910 im subtropischen östlichen Südamerika, insbesondere auf meinem Versuchsfeld Sayago bei Montevideo (Uruguay), angestellt. Wie bereits an anderer Stelle (19, 23) auseinandergesetzt, kommen in Südamerika nicht alle auf Getreide bekannten Rostarten vor. Dementsprechend erstrecken sich auch die Beobachtungen über Verschiedenartigkeit der Rostempfänglichkeit nur auf die hier anzutreffenden Rostarten: Puccinia graminis, P. triticina, P. coronifera und P. Maydis.

Einzelheiten über das Auftreten dieser Rostpilze, über die allgemeine Versuchsanstellung sowie über die klimatischen Verhältnisse der La Plata-Länder, in denen die Beobachtungen gemacht sind, habe ich bereits an anderer Stelle (19, 20, 21, 23, 24, 25, 26) ausführlich mitgeteilt. Es wird auf diese bereits früher mitgeteilten Daten und Beobachtungen in mehrfacher Hinsicht zu verweisen sein.

Methodisches.

Bei vergleichenden Beobachtungen über den Rostbefall verschiedener Getreidesorten ist man aus praktischen Gründen auf die Feststellung des Befalles durch Schätzung angewiesen. Es kann kein Zweifel sein, daß diese Art der Feststellung, bei Anwendung der nötigen Vorsicht, vor allem bei Erfüllung der Bedingung, daß die vergleichenden Beobachtungen nur von der gleichen Person und nach dem gleichen Schema vorgenommen werden, durchaus zutreffende Werte ergibt.

Eriksson und Henning (16) hatten ihren grundlegenden Untersuchungen eine 4teilige Intensitätsskala zugrunde gelegt; ich selbst entschied mich sehr bald für eine Verdoppelung der Zahl der Intensitätsstufen und verwendete, wie bereits an anderer Stelle (23, S. 340) auseinandergesetzt, eine 8teilige Intensitätsskala.

Es bedeutet:

0 = rostfrei.

1 = minimale Spuren von Rost (ganz ausnahmsweises Vorkommen, 1 oder nur wenige Rostlager auf den 5 qm großen Parzellen, höchstens der Bruchteil eines Proz. der Pflanzen äußerst schwach rostig),

2 = sehr schwacher Befall (sehr vereinzelter Befall, auf jeder befallenen Pflanze nur 1 oder einige wenige Rostlager),

3 = schwacher Befall (auf jeder Pflanze bzw. Blatt nur wenige Rostlager, vereinzelter Befall auf allen oder fast allen Pflanzen),

4 = schwach bis mittelstarker Befall (Übergang von 3 zu 5),

5 = mittelstarker Befall (regelmäßiger, aber in keiner Weise bedrohlicher Befall auf allen Pflanzen),

6 = starker Befall,

7 = sehr starker Befall,

8 = äußerst starker Befall (die Pflanzen abtötend, der größte Teil der Oberfläche der befallenen Pflanzen von Rostlagern bedeckt).

Wünschenswert ist natürlich eine genauere Definition der eben angegebenen Intensitätsstufen unter Zugrundelegung einer prozentualen Berechnung der befallenen Oberfläche der Nährpflanze. Eine solche einwandfrei zu geben, ist an sich nicht leicht, und kann für die verschiedenen Rostarten deshalb nicht zu gleichen absoluten Werten bzw. einer gleichwertigen Beurteilung führen, weil ihr Vorkommen auf den verschiedenen Pflanzenteilen ein verschiedenartiges ist. Für Puccinia triticina, P. coronifera und P. Maydis ist das Rostauftreten auf Blattspreiten maßgebend, während für P. graminis der Befall an Blattscheiden und Stengelteilen im allgemeinen das Rostbild bestimmt. Eine in gleicher Weise auf die Gesamtoberfläche der befallenen Pflanzen bezogene Berechnung würde daher für Puccinia graminis von vornherein andere Werte ergeben als für die übrigen Rostarten, indem z. B. ein sehr starker und die Pflanzen gefährdender, aber ausschließlicher Befall an Blattscheiden und Stengelteilen prozentual in bezug auf die Gesamtoberfläche der Pflanze nur relativ geringe Werte liefern würde, welche die wirkliche Schwere des Befalles nicht zum Ausdruck bringen. Man tut daher doch gut, bei der Beurteilung des Rostbefalles den Schwerpunkt nicht ausschließlich auf die absolute Höhe der vom Pilz bedeckten Oberfläche im Vergleich zur Gesamtoberfläche der Pflanze zu legen.

Was nun die obige Intensitätsskala anbetrifft, so sei hier vor allem betont, daß sie keine einfache geometrische Reihe darstellt, daß also die nächsthöhere Intensitätsstufe nicht einfach ein bestimmtes Vielfaches der vorhergehenden anzeigt. So bedeutet, um die Unterschiede zu charakterisieren, Stärke 8 ein vieltausendfaches von Stärke 1, ein mehr als tausendfaches von Stärke 2, ein wohl mehrhundert- bis hundertfaches von Stärke 3, ein etwa 5—10faches von Stärke 5 und nur ein 1½—2faches von Stärke 7. Es sind also, was den prozentualen Befall der Pflanzenoberfläche anbetrifft, keine gleichen, sondern sehr ungleiche Stufen zwischen den einzelnen Intensitätsgraden, was bei der Beurteilung der Ergebnisse entsprechend zu berücksichtigen ist. Um einen weiteren Anhalt zu geben, sei eine Schätzung in Prozenten der vom Rostpilz bedeckten Oberfläche der Pflanze bzw. bestimmter Pflanzenteile angeschlossen. An Prozenten rostiger Oberfläche würden wir etwa haben: Stärke 8: 60—100 Proz., Stärke 7: 40—50 Proz., Stärke 5: 5—15 Proz., Stärke 3: $< \frac{1}{2}$ Proz., Stärke 1: $< {}^{1}/_{20}$ Proz.

Die Schätzung des Rostbefalles an den zu vergleichenden Versuchsparzellen erfolgte möglichst an dem gleichen Tage, weil klimatische Faktoren das Rostbild in weitgehendem Maße bestimmen, zu verschiedenen Zeitpunkten vorgenommene Ablesungen also infolge der Möglichkeit einer verschiedenartigen Einwirkung klimatischer Faktoren zu Fehlschlüssen Anlaß geben könnten. Im übrigen beschränkte ich mich, aus Gründen, auf die weiter unten eingegangen wird, nicht auf eine einmalige Festlegung des Rostbildes, sondern suchte durch mehr oder minder regelmäßige Ablesungen während der ganzen Vegetationsdauer der Pflanzen ein vollständigeres Bild zu gewinnen.

Die Größe der Versuchsparzellen betrug im allgemeinen 5 qm; Abweichungen sind besonders erwähnt. Die Aussaat der auf Rostverhalten zu prüfenden Sorten erfolgte auf ein gleichmäßiges, frei gelegenes Stück des Versuchsgartens Sayago bei Montevideo. Für möglichst gleichmäßige Infektionsbedingungen wurde außerdem, wie bereits an anderer Stelle (23, S. 325) beschrieben, durch Hineinpflanzen älterer, uredotragender Pflanzen in die Versuchsbeete Sorge getragen. Auch sonst war die technische Durchführung der Sortenversuche die gleiche wie diejenige der früher ausführlich beschriebenen „kontinuierlichen Aussaatversuche“, auf welche hier verwiesen sei (Gassner, 23, 24).

In der gleichen Weise wie in diesen früheren Versuchen wurde auch bei den im folgenden besprochenen Sortenversuchen auf den Zusammenhang zwischen den Entwicklungsverhältnissen der Nährpflanze und dem Rostbefall geachtet. Es kommt dies auch in der Darstellung der Versuchsergebnisse zum Ausdruck und erfordert hier eine nochmalige kurze Darlegung der bereits früher (23) durchgeführten Einteilung der Entwicklung der Getreidepflanzen in 10 (bzw. 11) Entwicklungsstadien. Es bedeutet:

Entwicklungsstadium I. Sehr junge Keimpflanzen bis zu 3 Blättern.
II. Junge Keimpflanzen von etwa 3—6 Blättern.
III. Ältere Keimpflanzen.
IV. Ältere Pflanzen, die aber noch nicht schossen.
IVa. Ältere, sog. „sitzen gebliebene“ Pflanzen.
V. Schossende und mit dem Blühen beginnende Pflanzen.
VI. Pflanzen im Blühen oder gerade abgeblüht, Körner in diesem Fall noch sehr klein.

Entwicklungsstadium VII. Pflanzen mit grünen Körnern, deren Inhalt beim Zerdrücken wässerig ist.
VIII. Milchreife Pflanzen.
IX. Halb- bis vollreife Pflanzen.
X. Totreife Pflanzen.

In bezug auf Einzelheiten sei auf die früheren ausführlichen Mitteilungen verwiesen (Gassner, 23, 24).

Auf eine nochmalige Darlegung der klimatischen Verhältnisse des Versuchsfeldes Montevideo-Sayago, auf dem die im folgenden besprochenen Sortenversuche zur Durchführung gelangten, ist hier verzichtet; die entsprechenden Daten und eine kurze Klimaübersicht sind bereits an anderer Stelle gebracht (20, 21, 23).

Die zu den Versuchen herangezogenen Getreidesorten stammten zum weitaus größten Teil aus Deutschland und waren mir durch Vermittlung der Saatzuchtstelle der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft zugegangen. Es handelt sich ausnahmslos um Originalsaatgut der betreffenden Züchter, und zwar um allgemein bekannte und zu jeder Zeit erhältliche, also auch einer Nachprüfung zugängliche Sorten, über deren Züchter und Züchtung Hillmann (31) vor kurzem die einschlägigen Daten in übersichtlicher Weise zusammengestellt hat. Da es sich weiter bei diesen Sorten zum großen Teil um Pedigreesorten, d. h. nach einzelnen Pflanzen gezogene reine Linien handelt, muß die Verwendung dieser Sorten zur Untersuchung der Frage der Rostempfänglichkeit einwandfrei erscheinen. Eine morphologisch-systematische Klassifizierung der zu den Versuchen herangezogenen Getreidesorten habe ich seinerzeit nicht vorgenommen; für die hauptsächlich untersuchten deutschen Sorten stellt diese Unterlassung keinen Mangel dar, da diese Sorten genügend bekannt sind: für die außerdem untersuchten nichteuropäischen Sorten muß eine genaue morphologische Beschreibung allerdings wünschenswert erscheinen, und ich bedauere daher, sie nicht rechtzeitig vorgenommen zu haben. Leider empfand ich diesen Mangel erst bei der in Deutschland vorgenommenen Durcharbeitung des in Südamerika gewonnenen Versuchsmateriales und konnte ihn deshalb nicht mehr abstellen. Trotzdem erscheint mir eine Veröffentlichung auch dieser Versuche im Hinblick auf die erhaltenen Ergebnisse angebracht und gerechtfertigt.

Über „wirkliche" und „scheinbare" Rostempfänglichkeit.

In früher ausführlich dargelegten Versuchsreihen (24) konnte der Nachweis erbracht werden, daß das Rostbild an Pflanzen verschiedener Entwicklungsstadien nicht immer das gleiche ist, sondern in gewissen Fällen ganz außerordentliche Verschiedenheiten aufweisen kann. In besonderem Maße gilt das für Puccinia graminis, wo Pflanzen verschiedenen Alters ein sehr verschiedenes Rostbild zu zeigen pflegen.

Bei vergleichenden Anbauversuchen mit verschiedenen Getreidesorten pflegen nun aber Unterschiede im Entwicklungsstadium der Pflanzen regelmäßig aufzutreten, da es kaum vorkommen dürfte, daß alle angebauten Sorten genau gleiche Entwicklungsgeschwindigkeit aufweisen. Meist kann man bei gleichzeitigem Versuchsbeginn, d. h. bei gleichzeitiger Aussaat, die Beobachtung machen, daß sich in der späteren Entwicklung der Pflanzen mehr oder minder bedeutende Unterschiede zwischen früh- und spätreifenden Sorten herausbilden. Liegen aber solche Unterschiede vor, und ist andererseits das Rostbild, je nach Entwicklungsstadium, verschieden, so haben wir trotz gleichzeitig vorgenommener Ablesung des Rostbildes keine Gewähr dafür, daß etwa zu beobachtende Unterschiede des Rostbefalles „wirkliche" Unterschiede der Rostempfänglichkeit darstellen, sondern es besteht die Möglichkeit oder sogar Wahrscheinlichkeit, daß in Wirklichkeit nur die Verschiedenheiten des Entwicklungsstadiums das ausschlaggebende Moment darstellen.

Wir müssen also zwischen einer „wirklich" vorhandenen Verschiedenartigkeit der Rostempfänglichkeit und einer „scheinbaren" Rostempfänglichkeit unterscheiden. Unter der ersteren verstehe ich das Auftreten von Unterschieden des Rostbildes bei sonst völlig gleichen Bedingungen, insbesondere auch gleichen Entwicklungsstadien der in Vergleich gesetzten Pflanzen, unter „scheinbarer" Rostempfänglichkeit solche Fälle, in denen andere Umstände eine in Wirklichkeit nicht vorhandene Verschiedenheit der Rostempfänglichkeit vortäuschen. Hierher gehören in erster Linie etwaige Unterschiede in der Entwicklungsgeschwindigkeit der Pflanzen, die teils allein, teils aber in Verbindung mit Verschiedenheiten der klimatischen Faktoren Verschiedenheiten des Rostbildes bedingen, indem bei gleicher Saat, aber verschieden schneller Entwicklung der Pflanzen die gleichen Entwicklungsstadien in verschiedenen Zeiten durchlaufen werden und damit verschiedenen klimatischen Einflüssen und auch verschiedenen Infektionsbedingungen ausgesetzt sind.

Als Beispiel einer „scheinbar" verschiedenen Anfälligkeit gebe ich im folgenden zunächst das Auftreten von Puccinia graminis auf 3 verschiedenen deutschen Sommergersten, die gleichzeitig am 15. 7. 1909 und unmittelbar nebeneinander auf dem Versuchsfeld Montevideo-Sayago zur Aussaat gekommen waren.

Tabelle 1a.

Auftreten von Puccinia graminis auf verschiedenen, am 15. Juli 1909 gesäten deutschen Sommergersten.

Sorte	Rostauftreten am		
	4. Dez. 1909	10. Dez. 1909	24. Dez. 1909
Svalöfs Hannchen S.-G.	rostfrei	rostfrei	rostfrei
Rimpaus Hanna G.	„	Roststärke 3	Roststärke 6
Heines Hanna G.	„	rostfrei	rostfrei

Ließe sich dies Ergebnis der vorstehenden Versuchsreihe dahin deuten, daß Rimpaus Hanna-Gerste rostempfänglicher ist als die beiden anderen gleichzeitig gesäten deutschen Sommergersten, so müßten die Beobachtungen an einer gleichartigen, aber später durchgeführten Aussaat zu dem entgegengesetzten Schluß führen. Die gleichen Getreidesorten, am 21. 10. 1909 gesät, zeigten Ende Dezember 1909 das folgende Auftreten von Puccinia graminis:

Tabelle 1b.

Auftreten von Puccinia graminis auf verschiedenen, am 21. Oktober 1909 gesäten deutschen Sommergersten.

Sorte	Rostauftreten am	
	24. Dez. 1909	29. Dez. 1909
Svalöfs Hannchen S.-G.	Roststärke 5	Roststärke 5
Rimpaus Hanna G.	rostfrei	„ 2
Heines Hanna G.	Roststärke 5	„ 6

In Wirklichkeit gestatten nun die Rostbefunde der beiden im vorstehenden mitgeteilten Versuchsreihen vom 15. 7. und 21. 10. keine Rückschlüsse auf die spezifische Rostempfänglichkeit der verschiedenen Gerstensorten. Ergänzen wir nämlich die Rostbefunde durch die entsprechenden Angaben der jeweils beobachteten Entwicklungsstadien der Gerstenpflanzen, so kommen wir zu dem Ergebnis, daß die oben mitgeteilten Unterschiede des Rostbefalles nicht auf einer wirklich verschiedenen Rostanfälligkeit beruhen, sondern ausschließlich auf die vorhandenen Verschiedenheiten der Entwicklungsstadien zurückzuführen sind. Die umstehende Zusammenstellung, welche gleichzeitig noch eine Zahl weiterer Versuche mit den gleichen Gerstensorten enthält, zeigt das zur Genüge, wenn auch die bei gleichen Entwicklungsstadien beobachteten Rostigkeitsgrade nicht völlig bis in die kleinsten Einzelheiten übereinstimmen. (Tab. 2, S. 191.)

Wenn wir nun die bisherigen Untersuchungen über die Frage der Rostempfänglichkeit der einzelnen Getreidearten daraufhin durchsehen, ob und inwieweit zwischen „wirklicher" und „scheinbarer" Rostempfänglichkeit unterschieden wird, so können wir feststellen, daß ein derartiger, für die Beurteilung der erhaltenen Versuchsergebnisse natürlich äußerst wichtiger Unterschied im allgemeinen nicht gemacht wird. Eriksson und Henning (16) geben zwar in ihren Tabellen gewisse Hinweise auf die von ihnen beobachteten Unterschiede in der Entwicklungsgeschwindigkeit oder Frosthärte der Pflanzen, Angaben über das jeweilige Entwicklungsstadium der Pflanzen an den Ablesungstagen werden dagegen nicht, oder nur in so unbestimmter Form gebracht, daß es meist unmöglich ist, zu entscheiden, inwieweit die beobachteten Unterschiede des Rostbildes „wirkliche" sind, oder aber einfach durch andere Umstände, insbesondere Verschiedenheiten des Entwicklungsstadiums und der klimatischen Faktoren, bedingt werden. In noch weit höherem Maße macht sich dieser Mangel in den Tabellen Carletons (7) bemerkbar. Carleton selbst ist sich dieses Fehlers, wenigstens zum Teile, bewußt, denn er weist, z. B. bei seinen Weizensortenversuchen, ausdrücklich darauf hin, daß die in diesen Versuchen sehr ungleichzeitige Saat (die Aussaat der vergleichenden Sortenversuche schwankte in einem Jahr zwischen dem 17. 10. und 28. 11.!) ein gewisses Hindernis der Beobachtungen darstellt, und erwähnt weiter, daß manche Sorten später, d. h. nach dem in seinen Tabellen angeführten Beobachtungstage, bedeutend rostiger wurden. Weiter müssen, z. B. in seinen Versuchen mit verschiedenen Hafersorten, nennenswerte Unterschiede der Entwicklung vorgelegen haben, da alle Hafersorten, sowohl Sommer- wie Winterhafer, gleichmäßig im Frühjahr zur Aussaat kamen. Auch diese Unterschiede haben bei der Beurteilung der Sortenfrage keine entsprechende Berücksichtigung gefunden.

Zu den umfangreicheren neuesten Arbeiten über die Frage der Rostempfänglichkeit gehören die Untersuchungen Kirchners (34). Aber auch in diesen wird dem Entwicklungsstadium der Nährpflanze nicht diejenige Stellung eingeräumt, die seiner Bedeutung in Wirklichkeit zukommt. Zwar wird „dafür gesorgt, daß die Aussaat aller Sommer- und ebenso aller Wintergetreide jedesmal an gleichen oder doch an 2 unmittelbar aufeinander folgenden Tagen stattfand, um eine möglichst gleichmäßige Entwicklung zu erreichen" (34, S. 12), aber andererseits ermöglicht eben auch die gleichzeitigste Aussaat in keiner Weise eine völlig gleichmäßige Entwicklung aller Versuchsparzellen, und eine Reihe von Kirchner mitgeteilter Einzelbeobachtungen beweist, daß Ablesungen an Pflanzen verschiedener Entwicklungsstadien in unmittelbaren Vergleich gesetzt wurden.

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

Tabelle 2.

Auftreten von Puccinia graminis auf 3 verschiedenen deutschen Gerstensorten und bei verschiedenartiger Saatzeit.
(Versuchsfeld Montevideo-Sayago, Ablesungen vom Dezember 1909.)

Datum der Saat	Gerstensorte	Entwicklungsstadium (E.-St.) und Rostintensitäten (R.) am							
		4. Dez.		10. Dez.		24. Dez.		29. Dez.	
		E.-St.	R.	E.-St.	R.	E.-St.	R.	E.-St.	R.
5. Mai 1909	Svalöfs Hannchen S.-G. .	geernt.	—	—	—	—	—	—	—
	Rimpaus Hanna G. . . .	VIII	0	IX	0	X	0	geernt.	—
	Heines Hanna G.	geernt.	—	—	—	—	—	—	—
15. Juli 1909	Svalöfs Hannchen S.-G. .	IX	0	IX-X	0	X	0	geernt.	—
	Rimpaus Hanna G. . . .	VII	0	VIII	3	X	6	geernt.	—
	Heines Hanna G.	IX	0	X	0	geernt.	—	—	—
30. Juli 1909	Svalöfs Hannchen S.-G. .	VIII	0	IX	2	X	1	geernt.	—
	Rimpaus Hanna G. . . .	VII	0	VII	0	IX	5	X	5
	Heines Hanna G.	IX	0	IX	0	X	0	geernt.	—
17. Aug. 1909	Svalöfs Hannchen S.-G. .	VIII	2	IX	4	X	5	geernt.	—
	Rimpaus Hanna G. . . .	VI	0	VII	0	IX	6	X	5
	Heines Hanna G.	IX	0	IX	1	X	1	geernt.	—
31. Aug. 1909	Svalöfs Hannchen S.-G. .	VII	0	VIII	1	X	6	geernt.	—
	Rimpaus Hanna G. . . .	V	0	VI	0	VIII	6	IX	6
	Heines Hanna G.	VIII	1	IX	3	X	4	geernt.	—
21. Sep. 1909	Svalöfs Hannchen S.-G. .	V	0	VI	0	VIII	6	IX	5
	Rimpaus Hanna G. . . .	IV	0	IV	0	VI	5	VII	7
	Heines Hanna G.	VI	0	VII	1	IX	6	X	5
7. Okt. 1909	Svalöfs Hannchen S.-G. .	IV	0	V	0	VII	6	VIII	5
	Rimpaus Hanna G. . . .	IV	0	IV	0	V	3	VI	6
	Heines Hanna G.	V	0	V	0	VIII	6	IX	6
21. Okt. 1909	Svalöfs Hannchen S.-G. .	IV	0	IV	0	V	5	VI	5
	Rimpaus Hanna G. . . .	IV	0	IV	0	IV	0	IV-V	2
	Heines Hanna G.	IV	0	IV	0	VI	5	VI	6
5. Nov. 1909	Svalöfs Hannchen S.-G. .	II	0	III	0	IV-V	0	IV-VI	3-4
	Rimpaus Hanna G. . . .	II	0	III	0	IV	0	IV	3
	Heines Hanna G.	II	0	III	0	V	4	V-VI	5

Die im übrigen mit großer Mühe und dankenswerter Sorgfalt durchgeführten Untersuchungen Kirchners mögen in unmittelbarem Anschluß an die eben gemachten Ausführungen den Anlaß zu einem weiteren Eingehen auf die Technik der Ablesungen bei vergleichenden Versuchen über Rostempfänglichkeit abgeben. Kirchner beschränkt sich, ebenso wie andere Autoren, im allgemeinen auf eine nur einmalige Festlegung des Rostbildes an einem Beobachtungstage, wobei er selbst zugibt, daß dieser Zeitpunkt der Ablesungen „von großer Bedeutung für das Ergebnis der Beobachtungen ist“ (34, S. 14).

Welcher Zeitpunkt ist nun der richtige? Die einen, wie z. B. Wawilow (62), wählen einen späten Zeitpunkt, annähernd die Zeit der Reife, weil hier die Entwicklung der Rostpilze ihren Höhepunkt erreicht habe: Kirchner andererseits sucht „für die Schätzung denjenigen Zeitpunkt herauszufinden, der die Unterschiede im Befall am deutlichsten hervortreten läßt“ (34, S. 15), und entscheidet sich im Hinblick auf das Verhalten des Gelbrostes für den Anfang Juli als geeigneten Ablesungstermin. Von Übereinstimmung in der Wahl des Zeitpunktes ist also bei den verschiedenen Autoren keine Rede, und es kann keinem Zweifel unterliegen, daß die oft widersprechenden Ergebnisse der verschiedenen Beobachter zum Teil bereits hierauf zurückzuführen sind.

Kirchner selbst gibt mehrfache Beispiele in dem Sinne, daß verschiedenzeitige Ablesungen zu ganz verschiedenen Ergebnissen führen, ohne allerdings daraus die notwendigen Folgerungen zu ziehen. So treten z. B. nur Anfang Juli „im Grade des Befalles, namentlich beim Braunrost, Unterschiede der Sorten hervor, die sich später, wenn der Rost immer mehr überhand nimmt, immer mehr verwischen, und schließlich zu einem Ergebnis führen, wie es Wawilow erhalten hat, der z. B. unter 577 Sorten von Sommer- und Winterweizen 532 sehr stark, 36 stark und nur 9 mäßig anfällige bezüglich des Braunrostes fand“ (34, S. 15). In den Versuchen Kirchners liegt ebenfalls am Schluß der Vegetationsperiode ein durchschnittlich starker Befall vor, und da dies Anfang Juli nicht der Fall ist, so wählt Kirchner „die erste Juliwoche als die für die Rostschätzung geeignetste“.

So geben diese Ausführungen Kirchners eigentlich nur eine, allerdings unfreiwillige Bestätigung meiner in Südamerika gemachten Erfahrung, daß es eine Unmöglichkeit ist, auf Grund einer einzigen Ablesung zu einwandfreien Schlüssen über das Rostverhalten einer Getreidesorte zu gelangen. Es erscheint mir nicht angängig, einen bestimmten Termin deshalb als besonders geeignet zu bezeichnen, weil hier gewisse Unterschiede zu beobachten sind, während die Erfahrung zeigt, daß wenige Wochen später ein ganz anderes Rostbild vorliegt. Zu einwandfreien Schlüssen können wir vielmehr nur dann kommen, wenn wir das Rostverhalten während der ganzen Vegetationsperiode der Pflanzen dauernd kontrollieren. Das bedeutet eine außerordentliche Mehrarbeit, erscheint aber unumgänglich notwendig, und ich halte es für das kleinere Übel, sich in der Zahl der zu vergleichenden Sorten Beschränkungen aufzuerlegen. Gewiß mag für die Praxis in vielen Fällen auch eine einmalige Feststellung des Rostbildes einen Fortschritt darstellen, namentlich wenn die Beobachtungen sich über mehrere Jahre erstrecken; für die wissenschaftliche Verwertung der Ergebnisse darf jedoch die Willkür des einmaligen Ablesungstages kein Hindernis darstellen.

Zu einem vollständigen Rostbild gehört aber auch, und das ergibt sich bei fortlaufenden Beobachtungen von selbst, eine Berücksichtigung der Entwicklungsverhältnisse der Nährpflanze. Für die Beurteilung eines verschiedenen Rostverhaltens kann es, wie oben betont, nicht gleichgültig sein, ob eine Pflanze deshalb nicht oder anders befallen wird, weil sie ein bestimmtes Entwicklungsstadium noch nicht erreicht oder schon durchlaufen hat, ob es sich also z. B. um eine „tout au moins partielle immunité“ durch „precocité“ handelt (René Maire, 41) oder aber, ob Pflanzen genau gleicher Entwicklung ein verschiedenes Verhalten zeigen; im 1. Fall kann es sich um scheinbare, im 2. Fall muß es sich um wirkliche Unterschiede der Rostempfänglichkeit handeln. Dem Ideal, Pflanzen so nebeneinander zu kultivieren, daß stets solche gleicher Entwicklungsstadien in Vergleich gesetzt werden können, kann man unter gewissen klimatischen Voraussetzungen, die im subtropischen Klima des La Plata-Gebietes eher erfüllt sind als in unserem Klima, durch verschieden gewählte Aussaatzeiten („kontinuierliche Aussaatversuche“, vgl. 23) in weitem Grade nahekommen. Ist das aber aus diesem oder jenem Grunde nicht möglich, so muß eben bei der Beurteilung der Versuchsergebnisse die Frage, inwieweit Unterschiede des Rostbildes auf Rechnung von Verschiedenheiten des Entwicklungsstadiums der Nährpflanzen zu setzen sind, entsprechend berücksichtigt werden. In dieser Hinsicht unterscheiden sich also die im folgenden angeführten Versuche von den Untersuchungen fast aller früheren Autoren.

In das Kapitel der „scheinbaren“ Rostanfälligkeit gehört auch die gegenseitige Beeinflussung verschiedener Rostarten bei gleichzeitigem Auftreten auf der gleichen Pflanze. Auch Kirchner (34) erwähnt wieder Fälle, in denen eine Rostart deshalb weniger stark auftreten konnte, weil eine andere ihr den Platz vorher fortgenommen hatte. In diesen und ähnlichen Fällen kann der anzulegende Maßstab nicht streng genug sein, und es ist die Unmöglichkeit, zu einwandfreien Schlüssen zu gelangen, eher einzugestehen als das bisher der Fall ist. Im Klima Deutschlands ist es wegen des Verhaltens von Puccinia glumarum tatsächlich oft geradezu unmöglich, in bezug auf die Anfälligkeit gegenüber dem später erscheinenden Braunrost zu richtigen vergleichenden Werten zu gelangen.

Auch in dieser Hinsicht liegen die Verhältnisse in Südamerika günstiger; Puccinia glumarum fehlt glücklicherweise vollständig, so daß nur der Schwarzrost mit Puccinia triticina oder P. coronifera in Wettbewerb treten kann. Störungen und Täuschungen sind aber bei einem gleichzeitigen Auftreten von Puccinia graminis und Braun- bzw. Kronenrost weniger zu befürchten, weil Schwarzrost und die anderen Rostarten im allgemeinen verschiedene Pflanzenteile bevorzugen.

II. Versuche über die Rostempfänglichkeit der einzelnen Getreidesorten.

1. Versuche mit Gerste.

Gerste wird im La Plata-Gebiet nur von Puccinia graminis befallen, deren alljährliches Auftreten auf dieser Getreideart an anderer Stelle bereits ausführlich geschildert ist (23).

In den Jahren 1907—1910 gelangten folgende Gersten deutscher Herkunft an den folgenden Tagen zur Aussaat:

Gersten deutscher Herkunft, Ernte 1906:

1. Svalöfs Hannchen Sommer-Gerste, 2. Heines Hanna G., 3. Rimpaus Hanna G., 4. Mahndorfer Winter-G., 5. Winter-G. v. Borries, 6. Svalöfs Primus, 7. Prinzessin, 8. Bohemia, 9. Chevalier, 10. Heines Goldthorpe.

Nr. 1—3 gesät am 13./3., 2./7., ca. 15./12. 1907; 1./2., 19./5., 8./6., 10./7., 5./9., 4./11. 1908.

Nr. 4—10 gesät am 13./3., 2./7. 1907 und 19./5. 1908.

Gersten deutscher Herkunft, Ernte 1908:

1. Svalöfs Hannchen Sommer-G., 2. Heines Hanna G., 3. Rimpaus Hanna G., 4. Nolc Dreegers Moravia, 5. Nolc Dreegers Allerfrüheste, 6. Nolc Dreegers Bohemia, 7. Mahndorfer Prinzeß, 8. Heines Goldthorpe, 9. Himmels Melonen, 10. Svalöfs Prinzeß.

Nr. 1 gesät am 22./3., 1./4., 27./4., 5./5., 19./7., 30./7., 17./8., 31./8., 21./9., 7./10., 21./10., 5./11., 19./11., 4./12., 22./12. 1909; 5./1., 1./2., 15./2., ca. 15./3. 1910.

Nr. 2—3 gesät am 5./5., 15./7., 30./7., 17./8., 31./8., 21./9., 7./10., 21./10., 5./11. 1909.

Nr. 4—10 gesät am 5./5. und 15./7. 1909.

Dazu kommen noch mehrfache Aussaaten von 2 englischen Gersten, 1 südrussischer Gerste und 3 „cebadas criollas“ (Landgersten aus Uruguay).

Die Entwicklung der einzelnen Gerstensorten war vor allem zwischen Winter- und Sommergerste sehr verschieden, aber auch innerhalb dieser beiden Gruppen können sich, wie auch die weiter oben in Tabelle 2 für 3 Sommergerstensorten wiedergegebenen Daten zeigen, gewisse Unterschiede geltend machen, indem z. B. Rimpaus Hanna-Gerste eine deutlich langsamere Entwicklung zeigt als Heines Hanna-Gerste und Svalöfs Hannchen.

Das Auftreten von Puccinia graminis auf Gerste ist, wie an anderer Stelle (24) auseinandergesetzt, je nach Jahreszeit sehr verschieden, weshalb es unbedingt notwendig ist, nur gleichzeitige Ablesungen in unmittelbaren Vergleich zu setzen. Für Rimpaus Hanna-Gerste, Heines Hanna-Gerste und Svalöfs Hannchen ermöglicht die weiter oben wiedergegebene Tabelle 2 einen solchen Vergleich. Es ist bei der Mitteilung dieser Tabelle bereits darauf hingewiesen, daß zwischen gleichzeitig gesäten Parzellen bedeutende Unterschiede des Rostauftretens vorliegen können, daß jedoch diese Unterschiede nur scheinbare und auf Verschiedenheiten der Entwicklungsgeschwindigkeit der einzelnen Sorten zurückzuführen sind. Setzen wir nicht Parzellen gleicher Aussaat, sondern nur solche gleicher Entwicklungsstadien in Vergleich, so kommen wir zu dem Ergebnis, daß Pflanzen gleicher Entwicklungsstadien unabhängig von der Sortenfrage einen gleichen Befall durch Puccinia graminis aufweisen, daß also „wirkliche“ Unterschiede der Rostempfänglichkeit der 3 erwähnten Gerstensorten nicht vorliegen.

Die gleiche Feststellung gilt auch für alle anderen, in der vorstehenden Zusammenstellung angeführten und auf dem Versuchsfeld Montevideo-Sayago angebauten Gerstensorten. Unter diesen Umständen kann von einer ausführlichen Wiedergabe der umfangreichen Versuchsprotokolle Abstand genommen werden.

2. Versuche mit Hafer.

Die Frage der Rostempfänglichkeit der in Südamerika daraufhin geprüften Hafersorten erfordert eine ungleich umfangreichere Behandlung. Zunächst sei das Vorliegen von bedeutenden Unterschieden der Rostempfänglichkeit an 2 Hauptvertretern der beiden in Betracht kommenden Typen dargelegt: an Hafer Beseler II als Vertreter der mitteleuropäischen Hafersorten, und „Uruguayhafer“, einem in Uruguay angetroffenen Landhafer, als Vertreter der im La Plata-Gebiet angebauten Landhafer. Hafer Beseler II war Originalsaatgut des deutschen Züchters; der in den Versuchen verwendete Uruguayhafer stammte aus dem Westen Uruguays, teils von einer Chacra zwischen Mercedes und Fray-Bentos (Aussaaten bis Mai 1909), teils von der ebenfalls im Westen Uruguays gelegenen Estancia des Herrn Dr. Gallinal (Versuche vom Juni 1909 ab). Beide Herkünfte zeigten sowohl gegenüber Puccinia graminis wie gegenüber Puccinia coronifera, den beiden in Südamerika auf Hafer anzutreffenden Rostarten, das gleiche Verhalten.

Die Hauptergebnisse der mit Hafer Beseler II und Uruguayhafer durchgeführten „kontinuierlichen Aussaatversuche“ sind bereits an anderer Stelle (23, 24) ausführlich mitgeteilt, so daß ich mich hier darauf beschränken kann, aus dem umfangreichen Beobachtungsmaterial die das Rostverhalten am besten charakterisierenden Daten auszuwählen und in einer derartigen Anordnung zur Darstellung zu bringen, daß ohne weiteres an jedem Beobachtungstage Pflanzen gleicher Entwicklungsstadien in Vergleich gesetzt werden können. Tabelle 3 behandelt das Auftreten von Puccinia graminis, die weiter unten angeführte Tabelle 4 dasjenige von Puccinia coronifera; jede der in den Tabellen angeführten Intensitätszahlen entspricht der Ablesung einer Versuchsparzelle.

Tabelle 3. Rostintensitäten von Puccinia graminis auf Hafer Beseler II und auf Uruguayhafer in den Monaten Januar bis April 1910.

Datum der Beobachtung	Hafer Beseler II Rostintensitäten bei Entwicklungsstadium der Haferpflanzen				Uruguayhafer Rostintensitäten bei Entwicklungsstadium der Haferpflanzen			
	VI	VII	VIII	IX	VI	VII	VIII	IX
3. Jan. .		0	0	0; 0	0, 0, 0	1	3, 2	
8. „ .	0. 0		1	0, 0	0	1, 2		4, 3
14. „ .	0, 1	1, 1	1	0	1, 0	5, 4, 4	5	
25. „ .			1, 1			4	4, 4	5, 4, 5
9. Febr..		0		1	0, 0	1		6, 6
16. „ .			0		3	5, 3	5	
2. März .		0		0			6	5
9. „ .	0		0		5			6, 5
17. „ .	0	1		0	4, 1, 0			
25. „ .		0			6, 4	6, 4, 4		
11. April .	0		0		2	6, 5	6, 5, 5	6
25. „ .		0				2	5, 5	5, 5, 4, 4

Das Ergebnis der Versuche ist ein sehr eindeutiges: in der Anfälligkeit gegenüber Puccinia graminis bestehen zwischen dem mitteleuropäischen Hafer Beseler II und dem in Südamerika angetroffenen Uruguayhafer weitgehende Unterschiede, indem Puccinia graminis auf Hafer Beseler II nur ganz vereinzelt und ausnahmsweise übergeht, während auf Uruguayhafer zu gleicher Zeit und auf Pflanzen gleicher Entwicklungsstadien ein regelmäßiger und nicht unbedeutender Rostbefall festgestellt wurde. Der Rostintensität 0 (= kein Rost) und 1 (= Rost in Spuren) des Hafers Beseler II stehen zeitweise die Rostintensitäten 5—6 (mittelstark bis stark) des Uruguayhafers gegenüber.

In entsprechender Weise seien die Beobachtungen über das Auftreten von Puccinia coronifera auf Hafer Beseler II und Uruguayhafer gegenübergestellt; als besonders charakteristisch sind hier nicht die Beobachtungen an den älteren Entwicklungsstadien (VI—IX), sondern an den jungen Entwicklungsstadien (I—IV) angeführt; für Puccinia graminis waren nur Beobachtungen an älteren Entwicklungsstadien von Wert, weil Schwarzrost auf jungen Haferpflanzen nicht aufzutreten pflegt; umgekehrt ist Puccinia coronifera gerade auch auf Pflanzen vor dem Schossen regelmäßig anzutreffen. (Tab. 4, S. 197.)

Aus einem Vergleich der in der umstehenden Tabelle 4 enthaltenen Werte ergibt sich, daß auch im Auftreten von Puccinia coronifera auf den beiden untersuchten Hafersorten außerordentliche Unterschiede vorliegen: Hafer Beseler II stellt den Typus eines sehr stark anfälligen, Uruguayhafer den eines schwach anfälligen Hafers dar. Am auffallendsten sind die Unterschiede im Frühjahr und Herbst, wo Uruguayhafer sehr wenig befallen, Hafer Beseler II dagegen durch Kronenrost geradezu abgetötet wird, am geringsten im Hochsommer, wo sie fast fehlen, weil in dieser Jahreszeit Puccinia coronifera auf Hafer Beseler II die Zeit ihres relativ schwächsten, auf Uruguayhafer die Zeit des relativ stärksten Auftretens hat. Vergleichen wir weiter das Verhalten von Puccinia coronifera mit demjenigen von Puccinia graminis auf den gleichen Hafersorten, so ergibt sich ein selten schönes Beispiel für die Tatsache, daß der Rostanfälligkeit gegen einen Rostpilz eine solche gegen einen anderen Rostpilz nicht parallel zu gehen braucht. Uruguayhafer ist gegen Puccinia coronifera wenig, gegen Puccinia graminis ziemlich stark anfällig; umgekehrt wird Hafer Beseler II von Puccinia coronifera äußerst stark, von Puccinia graminis dagegen fast gar nicht befallen.

Die Rostbeobachtungen an Hafer Beseler II sind als Beispiel des Verhaltens einer mitteleuropäischen Hafersorte wiedergegeben. Von sonstigen mitteleuropäischen Hafersorten wurden untersucht: Beseler III, Fichtelgebirgs-H., Strubes Schlanstedter H., Lüneburger Kley-H., Duppauer H., Leutewitzer Gelb-H., Sobotkauer Fahnen-H., Heines Trauben-H., Svalöfs Ligowo-H., Svalöfs Goldregen-H., Svalöfs Sieges-H., Kirsches H., Behrens Schlanstedter H., Rimpaus Milton-H., außerdem 3 in Montevideo gekaufte englische und 2 französische Hafersorten (Saatzeiten siehe 26, S. 362).

Alle Sorten zeigen ein dem Hafer Beseler II ähnliches Verhalten: fast völlige Widerstandsfähigkeit gegenüber Puccinia graminis, sehr hohe Anfälligkeit gegenüber Puccinia coronifera. Die hohe Widerstandsfähigkeit gegen Puccinia graminis erhellt am besten aus einer an anderer Stelle wiedergegebenen Zusammenstellung von Beobachtungen über das nur ganz vereinzelte Auftreten von Schwarzrost (26, S. 362); die hohe Anfälligkeit gegenüber Puccinia coronifera geht

Tabelle 4. **Rostintensitäten von Puccinia coronifera auf Hafer Beseler II und auf Uruguayhafer in der Zeit März 1909 bis April 1910.**

Datum der Beobachtung	Hafer Beseler II Rostintensitäten bei Entwicklungsstadium der Haferpflanzen				Uruguayhafer Rostintensitäten bei Entwicklungsstadium der Haferpflanzen			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
15. März 09	3		5		0		3	4, 4
22. ,, .		4		6		2		3, 3, 4
30. ,, .	0	6		7	0	3		3, 3, 4
12. April .	3, 0		7	7	0, 0		3	3, 3
20. ,, .	2	5	8	7	0	2	2	3
1. Mai .		5	7	8, 8		2, 0		3
10. ,, .	0		8, 6	8, 8	0	2	2	
28. ,, .	3	6	8	8, 8, 7	0	0	2	3
15. Juni .		5	7	8, 8, 8, 8	0	1	2	3
1. Juli .			7, 6	8, 8, 8, 8		0	2, 2	
13. ,, .				7, 6, 6, 6, 6		0		2, 2
22. ,, .				7, 7, 7, 6, 6			1	3, 3
4. Aug. .	0			6, 6, 6, 5, 6	0, 0, 0		1	
10./11. Aug.	0, 0			6, 6, 6, 5, 5	0, 0, 0, 0		2	
29. Aug. .	0, 0	2		5, 5, 5, 5, 5	0, 0	0, 0, 0		1
10. Sept. .	2, 0	4	6	8, 7, 7, 7, 6	0, 0	0	0, 1, 1	2
21. ,, .	0	5	7	8, 7, 7, 7, 6, 7	0	0	0	1, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2
8. Okt. .	0	5	8	8, 8, 8, 8, 8, 8, 8	0, 0	0	1	1, 1, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2,
19. ,, .	0	4	6	7, 7, 7, 8, 8, 7, 7	0, 0	0	0	2, 1, 1, 2, 2, 2, 2, 2
26. ,, .		3	7	8, 8, 8, 8, 8, 8, 8, 8	0	0	0	2, 2, 2, 1, 2, 2
3. Nov. .	0		5	8, 8, 8, 7, 8, 8, 7, 7, 7	0, 0	0	1	3, 3, 3, 2
26. ,, .	3, 0		6	8, 8, 8, 8, 8, 7, 7, 7, 8, 7	0, 0, 0		1, 2	1
4. Dez. .	0	5		8, 8, 8, 8, 8, 8, 8, 8, 8, 7, 7	0, 0	2, 0		2, 2, 2
10. ,, .		3	7	8, 8, 8, 7, 7, 6, 6, 6	0	2, 0	2	2
24. ,, .	2		4	7, 7, 5, 5,	0, 0		2, 3	3, 3, 1
29. ,, .		3	4	7, 5, 4	2	2	2, 2	3, 4
3. Jan. 10	0	3		7, 4, 4, 5	0	2, 2		3, 3, 2
8. ,, .	1		3	4, 4	0	3	3	4, 3
14. ,, .	0	2	3	5	0	4	3, 3	4
25. ,, .		2	4, 3	4, 4	0, 0	1	3, 3	4, 3, 4
9. Febr. .	0		3	4, 3	0, 0, 0	3	4	4, 4
16. ,, .	0		3	5, 4	0, 0	2	4, 3	5, 4
2. März .	0	4		6, 5	0	2, 0		4, 4, 4
9. ,, .	4		5	6	0		3, 1	4
17. ,, .		5	7	6		3	3, 2	
25. ,, .	0		6	7, 7	0		2	4, 3
11. April .	5		8	7, 8	0		3	
25. ,, .		7		8, 8		2		

bei allen Sorten in bestimmten Jahreszeiten so weit, daß die Pflanzen durch Rost abgetötet werden. Gewisse feinere Unterschiede sind allerdings unverkennbar. So leidet der neben Hafer Beseler II ganz ausführlich geprüfte Fichtelgebirgshafer im Frühjahr und Herbst etwas weniger stark unter Kronenrost als Hafer Beseler II, jedoch mußte auch der Befall des Fichtelgebirgshafers als höchste Rostintensität (8) bezeichnet werden. Merkwürdig ist die weitere Beobachtung, daß sich die Unterschiede zwischen beiden Hafersorten im Hochsommer im entgegengesetzten Sinne bewegen. Für den Fichtelgebirgshafer bedeutet der Hochsommer kein so tiefes Minimum des Auftretens von Puccinia coronifera, so daß im Hochsommer Fichtelgebirgshafer etwas stärker anfällig scheint als Hafer Beseler II.

Als weiteres Beispiel geringerer, aber immerhin feststellbarer Unterschiede des Auftretens von Puccinia coronifera auf mitteleuropäischen Hafersorten sei der folgende Anbauversuch mit 2 englischen Hafersorten erwähnt, die unter den Namen Avena inglesa blanca (englischer Weißhafer) und Avena inglesa negra (englischer Schwarzhafer) im Winter 1909 in einer Samenhandlung Montevideos gekauft waren. Am 7. 7. 1909 wurden auf dem Versuchsfeld für Acker- und Pflanzenbau von Prof. Dammann je 2 Parzellen von je 100 qm mit diesen Hafersorten bestellt (Saatmenge 40 kg pro ha) und von mir auf Rost beobachtet. Puccinia coronifera trat von Mitte August an auf, zunächst gleichmäßig auf allen Parzellen; am 21. 9. wurde gleichmäßig Roststärke 6, Anfang Oktober Roststärke 7, Ende Oktober Roststärke 8 notiert. Ende November (Beobachtungen vom 5.—23. 11. fehlen) ließen sich jedoch schon von weitem deutliche Unterschiede des Rostbefalles feststellen. Die beiden Parzellen mit Avena blanca gewährten einen völlig braunen Anblick, während die Parzellen mit Avena negra wohl ebenfalls sehr stark (ebenfalls Stärke 8) befallen waren, aber in ihrem Gesamtbild immerhin noch einen grünen Eindruck machten. Die gleichen Unterschiede wurden auch noch am 4. und 11. 12. vermerkt, während Ende Dezember keine nennenswerten Unterschiede mehr feststellbar waren. Daß der Rostbefall (nur Puccinia coronifera) auch auf Avena negra ein äußerst starker war, ging auch aus der Ernte hervor; auf der 2 × 100 qm großen Fläche, die mit Avena negra bestellt war, waren insgesamt nur 354 Pflanzen zum Schossen gekommen, alle übrigen durch Rost vorher vernichtet; noch kläglicher war allerdings das entsprechende Ergebnis bei Avena blanca; hier gab es auf der einen der beiden Parzellen von je 100 qm Größe ganze 61 Pflanzen, die es zum Schossen gebracht hatten, alle übrigen waren durch Puccinia coronifera vorher abgetötet.

Es lassen sich also immerhin noch gewisse feinere Unterschiede im Auftreten von Puccinia coronifera auf den einzelnen mitteleuropäischen Hafersorten beobachten; alle diese Sorten stimmen jedoch darin überein, daß sie von Puccinia coronifera im Frühjahr und Herbst äußerst stark befallen werden, so daß sie bei Herbst- oder Winteraussaat, die für die dortigen Verhältnisse allein in Betracht kommen würde, keine normale Entwicklung durchzumachen vermögen. Das ist beim Uruguayhafer nicht der Fall, und deshalb muß der Uruguayhafer den mitteleuropäischen Sorten als besonderer Typus gegenübergestellt werden.

Genau wie der Uruguayhafer verhielten sich im Frühjahr und Sommer 1909/10 zwei auf dem Versuchsfeld Montevideo-Sayago angebaute argentinische Landhafer, die im Juni 1909 aus Buenos Aires unter dem Namen „Avena

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

argentina“ bezogen waren. Da ich weiter auf meinen Reisen im La Plata-Gebiet bis auf eine einzige Ausnahme[1]) keine übermäßig von Puccinia coronifera befallenen Haferfelder angetroffen habe, der Befall vor allem im zeitigen Frühjahr stets nur ein schwacher war, so berechtigt das zu dem Schluß, daß die dortigen Landhafersorten ausnahmslos oder doch überwiegend dem Typus des von mir näher untersuchten Uruguayhafers entsprechen. Es stehen also, was Rostanfälligkeit anbetrifft, ganz allgemein die südamerikanischen Hafersorten in einem starken Gegensatz zu den mitteleuropäischen.

Es ist das eine sehr merkwürdige Feststellung, wenn man bedenkt, daß auch heute noch ständig Hafersorten mitteleuropäischer Herkunft nach dem La Plata-Gebiet eingeführt werden; wenigstens bieten die Samenhandlungen von Montevideo und Buenos Aires „Avena inglesa“ und „Avena francesa“ häufig genug an. Einigen Landwirten Uruguays, den Herren Pascual, Reyes, Schauricht verdanke ich Mitteilungen über ihre praktischen Erfahrungen bei Anbau europäischer Hafersorten. Diese Erfahrungen, die teilweise mehr als 20 Jahre zurückliegen, stehen in Einklang mit meinen eigenen Beobachtungen und stimmen darin überein, daß praktischer Haferbau mit diesen Sorten im La Plata-Gebiet nicht möglich ist, weil der Hafer durch Rost abgetötet wird; die erwähnten Landwirte gaben daher den Haferbau als aussichtslos vorübergehend auf, bis sie in dem dortigen Landhafer eine rostwiderstandsfähige Sorte kennen lernten.

Die Frage nach dem Ursprung des gegen Puccinia coronifera ungleich widerstandsfähigeren Uruguayhafers muß natürlich von besonderem Interesse erscheinen. Es gibt 2 Möglichkeiten: entweder dieser Hafer ist bereits mit seinen Eigenschaften nach dem La Plata-Gebiet eingeführt worden, oder aber er hat sich unter den besonderen Verhältnissen des La Plata-Gebietes im Laufe der Jahre aus einem rostanfälligen Hafer in einen gegen Puccinia coronifera widerstandsfähigen umgewandelt. Die letzte Möglichkeit setzt einen jahrelangen landwirtschaftlichen Nachbau und auch gewisse Kenntnisse der Pflanzenzüchtung voraus und erscheint deshalb von vornherein unwahrscheinlich; denn es wird keinem südamerikanischen Landwirt einfallen, eine der mitteleuropäischen Sorten, die ihm gleich im ersten Jahre einen vollen Mißerfolg brachte, weiter nachzubauen. Pflanzenzüchtung andererseits ist im La Plata-Gebiet bisher so gut wie unbekannt.

Im übrigen wäre die Umzüchtung eines rostanfälligen Hafers in eine rostwiderstandsfähige Form keine so einfache Sache. Ich habe selbst einen derartigen Versuch in den Jahren 1907—1910 auf dem Versuchsfeld Montevideo-Sayago durchgeführt und dabei einen vollen Mißerfolg geerntet. Am 2. 7. 1907 war unter anderen Hafersorten Hafer Beseler II auf dem Versuchsfeld zur Aussaat gelangt; die Pflanzen erwiesen sich von Ende September an äußerst stark von Puccinia coronifera befallen, so daß nur ein kleiner Teil im Laufe des November zum Schossen kam. Die gebildeten Rispen waren vielfach taub, die Körner, soweit solche entwickelt waren, klein und verkümmert, aber im allgemeinen keimfähig. Alle geernteten Haferkörner wurden entspelzt, und von 241 die 100 besten Körner ausgewählt.

---

[1]) Nur in einer Chacra in der Umgegend der Fortaleza Santa Teresa im Osten Uruguays traf ich im November 1909 ein Haferfeld, das unter Puccinia coronifera sichtlich litt und Roststärke 7 aufwies. Über die Herkunft dieses Hafers vermochte ich nichts Sicheres in Erfahrung zu bringen.

Am 10. 7. 1908 wurden diese 100 Körner des I. Nachbau-Hafers Beseler II in Uruguay auf dem Versuchsfeld Montevideo-Sayago zur Aussaat gebracht. Die Pflanzen entwickelten sich zunächst nicht so kräftig wie die gleichzeitig gesäten Pflanzen des aus Deutschland stammenden Originalsaatgutes, erholten sich jedoch schließlich und boten Mitte September 1908 einen befriedigenden Anblick. Von dieser Zeit an trat Puccinia coronifera auf und zwar in durchaus gleicher Weise auf den Pflanzen des I. Nachbaues Montevideo-Sayago wie auf den aus Originalsaatgut hervorgegangenen; am 3. 11. 1908 wurde für beide in gleicher Weise Roststärke 8 notiert. Weitere Beobachtungen konnten nicht angestellt werden, weil ich in der Zeit Anfang November 1908 bis Anfang März 1909 nicht in Uruguay war.

Die Pflanzen wurden in meiner Abwesenheit durch den Institutsgärtner geerntet; von 100 gesäten Körnern des I. Nachbaues waren 87 aufgelaufen, von diesen nur 17 Pflanzen zum Schossen gekommen, die übrigen durch Rost vernichtet.

Die im Sommer 1908/09 geernteten Körner, die den II. Nachbau des Hafers Beseler II in Uruguay darstellen, waren in ihrer Beschaffenheit ähnlich der Ernte des vorhergehenden Jahres. Auch von den Körnern des II. Nachbaues wurden wieder die besten Körner in der oben beschriebenen Weise ausgelesen und zur Fortsetzung des Versuches verwendet; es waren nur 53 Körner, von denen sich nur 28 als keimfähig erwiesen. Die Aussaat der Körner war am 15. 7. 1909 erfolgt.

Auch bei diesen Pflanzen ließ sich noch keine Erhöhung der Widerstandsfähigkeit gegenüber Puccinia coronifera beobachten; der Rostbefall war im Frühjahr 1909 so stark, daß von den 28 Pflanzen nur 3 zum Schossen kamen, alle übrigen im Schossen stecken blieben oder schon vorher durch Rost vernichtet wurden. An den zum Schossen gelangten Pflanzen befanden sich ebenfalls wieder zum größten Teil taube Ährchen, nur 11—13 Körner konnten als geeignet zur Fortsetzung des Versuches erscheinen, der hiermit abgeschlossen wurde.

Auf jeden Fall stößt also der Versuch, aus einem rostanfälligen Hafer durch fortgesetzte Auswahl der gerade noch zur Blütenbildung und Reife kommenden Exemplare eine rostwiderstandsfähige Sorte zu züchten, auf außerordentliche Schwierigkeiten. Möglich natürlich, daß das Ergebnis bei anderer Saatzeit ein günstigeres gewesen wäre; die Winteraussaat (Juli) wurde in dem obigen Versuch gewählt, weil diese Zeit für den praktischen Haferbau zur Gewinnung einer Körnerernte in erster Linie in Betracht kommt, und, was die klimatischen Bedingungen anbetrifft, am meisten den natürlichen Wachstumsbedingungen der heranwachsenden Haferpflanze gerecht wird. Wenigstens zeigen die anderen, im Klima Uruguays nicht oder nicht so stark unter Rost leidenden Sommergetreide, wie Sommerweizen, Sommerroggen und Sommergerste bei Aussaat im Winter die beste und normalste Entwicklung.

Im praktischen Pflanzenbau des La Plata-Gebietes dürften, wie sich fast mit Gewißheit sagen läßt, derartige Umzüchtungen, deren Erfolg im übrigen zum mindesten noch zweifelhaft ist, noch nicht vorgenommen sein. Es erscheint mir daher ungleich wahrscheinlicher, daß die für den Uruguayhafer charakteristische höhere Widerstandsfähigkeit gegenüber Puccinia coronifera sich nicht erst im La Plata-Gebiet ausgebildet hat, sondern daß unter den vielen, nach dort eingeführten Hafersorten sich auch solche

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

befanden, die sich von vornherein durch höhere Rostwiderstandsfähigkeit auszeichneten; diese rein empirisch gefundenen und bewährten Hafersorten wurden dann von den dortigen Landwirten regelmäßig weitergebaut.

Es fragt sich nun, ob und wo wir derartige gegen Puccinia coronifera besonders widerstandsfähige Hafersorten sonst noch antreffen. In dieser Richtung vermag ich, auf Grund eigener Beobachtungen, nur die Vermutung auszusprechen, daß wir diese Sorten kaum mit Erfolg unter den gewöhnlichen mitteleuropäischen Hafersorten suchen dürften; denn diese hatten sich, soweit sie zur Untersuchung gekommen waren, ausnahmslos als sehr stark anfällig erwiesen.

Dagegen scheinen mir einige Versuche in Australien einen wichtigen Fingerzeig zu geben. G. L. Sutton[1]) (55) berichtet über eine von ihm in Hawkesbury (New South Wales) mit verschiedenen Hafersorten durchgeführten Versuch, in dem besonders auch auf Rostauftreten geachtet und ganz bedeutende Unterschiede desselben festgestellt wurden. Von den angebauten 29 Hafersorten war die Mehrzahl sehr stark befallen, nämlich die Sorten Nr. 2: Peerless White Bonanza, 3: White Bonanza, 5: Golden Giant, 6: Carter's Royal Cluster, 8: Hopetoun, 9: Pioneer, 11: American Banner, 15: Clydesdale, 17, 18: Dum, 20: Rusa, 21: White Tartarian, 23: Black winter, 26: Skinless, 27: Welcome. Nicht ganz so stark befallen war die Sorte Nr. 14: Wide-awake. Diesen stark anfälligen Hafersorten stehen nur 3 mit schwachem Befall gegenüber: Algeria (algerischer Hafer in 10 verschiedenen Abarten des gleichen Typus), Red Rust Proof (vom Versuchsfeld Bahurst bezogen, nähere Angaben fehlen) und Argentina (argentinischer Hafer).

Dieser argentinische Hafer stammte nicht unmittelbar aus Argentinien, sondern war von Argentinien zunächst nach Südafrika eingeführt und hier weitergebaut. Die in Südafrika von argentinischem Saatgut geernteten Körner dienten dann zu den Versuchen in Australien, die das eben erwähnte Ergebnis brachten.

Aus der Beschreibung der Suttonschen Versuche geht hervor, daß die Aussaat der Parzellen im beginnenden Winter, spätestens im Monat Juli erfolgt sein muß. Die einzelnen Hafersorten kamen zum Teil im Oktober, zum Teil erst später oder gar nicht zum Schossen; leider läßt sich aus den mir zur Verfügung stehenden Angaben Suttons nicht erkennen, inwieweit Zeit und Art des Schossens direkt durch die Intensität des Rostbefalles in Mitleidenschaft gezogen wurden. Es ist das in hohem Maße wahrscheinlich, da der Rostbefall von Sutton als sehr kräftig bezeichnet wird, und da unter den ähnlichen klimatischen Verhältnissen des La Plata-Gebietes — Uruguay und New South Wales liegen etwa unter den gleichen Breitegraden — durch starkes Auftreten von Puccinia coronifera eine bedeutende Verzögerung oder gar völlige Verhinderung des Schossens der rostanfälligen Hafersorten beobachtet werden kann.

Weiter erscheinen mir zunächst die Beobachtungen Suttons über das Wachstum der rostanfälligen und rostwiderstandsfähigen Sorten bemerkenswert, und zwar deswegen, weil sich diese Beobachtungen durchaus mit den entsprechenden, am La Plata gemachten decken. Auf dem Versuchsfeld Montevideo-Sayago wurde in ganz übereinstimmender Weise für alle gegen Puccinia coronifera anfälligen Hafersorten, nämlich die mitteleuropäischen Sorten, die Beobachtung gemacht, daß sich diese Sorten in dem dortigen Klima äußerst üppig entwickeln; Haferhalme von mehr als 10 mm Durchmesser waren keine Seltenheit, und ebenso zeigten die Blätter eine äußerst kräftige und saftige Struktur; gleichzeitig zeigten diese Hafersorten in hohem Maße die Eigentümlichkeit des Lagerns, wobei es dahingestellt bleiben soll, ob das Umknicken der Halme auf die üppige Entwicklung der Pflanzen direkt oder auch auf den übermäßigen Rostbefall zurückzuführen ist. Im Gegensatz zu diesen Hafersorten war der rostwiderstandsfähigere Uruguayhafer stets durch zierlichere, weniger saftige, sondern mehr steifere Halme und damit verbunden durch besonders hohe Lagerfestigkeit ausgezeichnet. Genau die gleichen Unterschiede finden sich nun auch bei Sutton angedeutet: „sehr kräftig und dick“, „üppiges Wachstum“, „vollständig lagernd“ sind die regelmäßigen Bemerkungen für den Stand der rostanfälligen Sorten, „feine Halme, nur ein kleiner Teil gelagert“ wird für den argentinischen Hafer angegeben.

---

[1]) Die Veröffentlichung Suttons war mir leider im Original nicht zugänglich; meine Ausführungen stützen sich auf eine, allerdings sehr ausführliche Wiedergabe der Beobachtungen Suttons im Boletin del Ministerio de Agricultura. Buenos Aires. T. II. 1904. p. 9—15.

Die Beobachtungen Suttons stimmen also mit den auf dem Versuchsfeld Montevideo-Sayago gemachten vorzüglich überein. Es erscheint mir nun von besonderem Interesse, daß in den Versuchen Suttons neben dem argentinischen Hafer die algerischen Hafersorten ebenfalls durch sehr geringen Rostbefall ausgezeichnet sind. Es deutet das zum mindesten auf die Möglichkeit hin, daß der heute im La Plata-Gebiet verbreitete Landhafer mit dem algerischen nahe verwandt ist und sich vielleicht von diesem ableitet. In diesem Sinne läßt sich auch die Tatsache verwenden, daß die Einführung des Getreidebaues im La Plata-Gebiet durch die Spanier erfolgte. Weiter sagt Sutton ausdrücklich, daß die Varietäten Argentina und Algeria sehr ähnlich sind, und daß auch die Körner des argentinischen Hafers denen des algerischen sehr gleichen. Auch in den Wachstumsverhältnissen und der Rostwiderstandsfähigkeit sind nur sehr geringe Unterschiede zu beobachten; der argentinische Hafer entwickelte sich eine Kleinigkeit rascher, hatte noch feinere und aufrechtere Halme und war noch etwas rostwiderstandsfähiger als der algerische.

Auf jeden Fall zeigt die sich aus den Beobachtungen Suttons ergebende weitgehende Übereinstimmung algerischen und südamerikanischen Hafers, daß auch in der Alten Welt gegen Puccinia coronifera unter den Bedingungen des subtropischen Klimas besonders widerstandsfähige Hafersorten existieren; die Annahme, daß der La Plata-Hafer erst in Argentinien oder Uruguay seine Rostwiderstandsfähigkeit erworben habe, erscheint daher unnötig; er dürfte mit seinen Eigenschaften ins La Plata-Gebiet eingeführt worden sein.

3. Versuche mit Weizen.

Weizen wird im La Plata-Gebiet von Puccinia triticina und Puccinia graminis befallen, von denen die erstere während des ganzen Jahres anzutreffen ist, während Schwarzrost den Sommer und beginnenden Herbst als Hauptzeit seines Auftretens hat und im Winter verschwindet.

Die ersten in Montevideo-Sayago gemachten Beobachtungen des Bestehens einer verschiedenartigen Rostanfälligkeit von Weizensorten gehen in den Winter 1907 zurück. Am 27. 3. 1907 waren insgesamt 19 deutsche

Weizensorten zur Aussaat gelangt, die von Ende April an Puccinia triticina zeigten. Unterschiede im Auftreten dieser Rostart, je nach Weizensorte, machten sich von Mitte Mai an bemerkbar; die folgende Tabelle 5 enthält die hauptsächlichsten Ablesungen in den Monaten Mai bis September:

Tabelle 5. Auftreten von Puccinia triticina auf verschiedenen deutschen Weizensorten im Bot. Garten Montevideo-Sayago im Jahre 1907. Datum der Saat: 27./3. 1907, Größe der Beete: 1 qm. (E. St. = Entwicklungsstadium der Weizenpflanzen, R. = Rostintensität von Puccinia triticina.)

Weizensorte	Ablesung vom 25. Mai		Ablesung vom 13. Juni		Ablesung vom 13. Juli		Ablesung vom 7. Aug.		Ablesung vom 23. Sept.	
	E. St.	R.	E. St.	R.	E. St.	R.	E. St.	R.	E. St.	R.
Cimbals Elite Squarh. W.-W.	III	4	III	4	IVa	5	IVa	5	IVa	6
Rimpaus Bastard . . . „	„	6	„	5	„	5	„	4	„	6
Strubes Squarehead . . „	„	6	„	6	„	5	„	5	„	6
Bielers Schles. Epp. . . „	„	7	„	6	„	6	„	5	„	6
Cimb. Großh. v. Sachs. „	„	7	„	6	„	5	„	4	IVa-IV	6
Heines kurzer Squarehead „	„	6	„	6	„	5	„	5	IVa	5
Svalöfs Bore . . . . . „	„	5	„	6	„	5	„	5	„	5
Cimbals Fürst Hatzfeld . „	„	7	„	6	„	6	„	5	„	6
Strubes Schles. Squareh. „	„	7	„	5	„	5	„	4	„	6
Criewener Nr. 104 . . . „	„	6	„	6	„	5	„	5	„	5
Svalöfs Extra Squareh. „	„	4	„	6	„	5	„	4	„	5
Kittnauer Wechsel-W. . . .	„	4	„	4	IV	3	IV	3	IV	5
Kirsches Sommer Squar. S.-W.	„	4	„	4	„	5	„	4	„	6
Galizischer Kolben . . . „	„	4	„	4	„	3	„	3	„	4
Rimpaus Roter Schlanst. „	„	3	„	3	„	4	„	4	„	5
Svalöfs Perl . . . . . „	„	3	„	3	„	3	„	3	„	5
Wohltmanns Blaue Dame „	„	3	„	4	„	3	„	3	„	4
Strubes begrannter . . „	„	2	„	3	„	2	„	3	„	4
Heines Kolben . . . . „	„	3	„	4	„	3	„	3	„	4

Aus den Ablesungen ist zu ersehen, daß die deutschen Winterweizen im allgemeinen von Puccinia triticina stärker befallen werden als die deutschen Sommerweizen. Die Unterschiede sind am auffälligsten in den Ablesungen vom 25. 5. und 13. 6., wobei besonders darauf hingewiesen sei, daß es sich bei diesen Ablesungen um Pflanzen gleicher Entwicklungsstadien handelte. In den folgenden Ablesungen machen sich Unterschiede in der Entwicklung der Pflanzen insoweit geltend, als die Winterweizen ein horstförmiges Wachstum zeigen (Entwicklungsstadium IVa), die Sommerweizen dagegen nicht (Entwicklungsstadium IV). Da es sich jedoch bei den Stadien IVa und IV in gleicher Weise um ältere Getreidepflanzen „vor dem Schossen“ handelt, und da nach weiteren, hier nicht im einzelnen mitzuteilenden Beobachtungen des Jahres 1909/10 die gleichen Winterweizen in den Entwicklungsstadien IVa und IV sich gegen Puccinia triticina gleich verhalten, so erscheint es gestattet, den Rostbefall an horstförmig wachsenden Winterweizen und nicht horstförmig wachsenden älteren Sommerweizen des Entwicklungsstadiums IV in unmittelbaren Vergleich zu setzen und die zwischen beiden Gruppen zu beobachtenden Unterschiede als „wirkliche“ zu betrachten.

Demnach zeigten sich im Spätherbst und Winter 1907 die deutschen Winterweizen gegen Puccinia triticina anfälliger als die gleichzeitig gesäten deutschen Sommerweizen. Mit dem Übergang zur wärmeren Jahreszeit fangen jedoch diese Unterschiede an, sich auszugleichen. Die in Tabelle 5 noch mitgeteilte Ablesung vom 23. 9. läßt das bereits zum Teil erkennen; bei den späteren Ablesungen zeigte sich dann immer deutlicher, daß vor allem der im Frühjahr und Sommer ansteigende Rostbefall der Sommerweizensorten die Unterschiede zu dem gleichmäßig stark bleibenden Befall der Winterweizen immer mehr verwischt, so daß von Anfang Oktober an feststellbare Unterschiede im Auftreten von Puccinia triticina zwischen Winter- und Sommerweizen nicht mehr vorhanden waren. Von einer Wiedergabe dieser späteren Beobachtungen konnte daher Abstand genommen werden, vor allem auch, weil diese späteren Beobachtungen in bezug auf das Auftreten von Puccinia graminis gar nichts ergeben hätten. Mit alleiniger Ausnahme des Criewener Nr. 104 blieben alle am 27. 3. gesäten Weizensorten von Puccinia graminis vollständig verschont. Das vereinzelte Auftreten von Schwarzrost auf Criewener Nr. 104 stand sichtlich nicht mit einer besonderen Anfälligkeit dieses Weizens, sondern damit in Zusammenhang, daß dieser Weizen am spätesten schoßte und reifte, und daher der einzige war, der sich zur Zeit des Erscheinens von Puccinia graminis in der Vegetationsperiode 1907/08 noch in infektionsfähigem Zustand befand.

Der Versuch vom 27. 4. 1907 wurde am 2. 7. mit den gleichen Sorten wiederholt. Die Ergebnisse dieses Versuches stimmten mit denen des früheren Versuches insoweit überein, als sich auch hier zunächst (August—September) gewisse Unterschiede im Auftreten von Puccinia triticina in dem Sinne bemerkbar machten, daß die Wintersorten durchschnittlich stärker befallen waren als die Sommersorten. Die Unterschiede waren jedoch nicht so stark wie bei der ersten Aussaat. Im Oktober und November waren dann nennenswerte Unterschiede im Auftreten von Puccinia triticina zwischen Sommer- und Winterweizen nicht feststellbar; dagegen wurden Mitte Dezember wieder an den Winterweizen höhere Rostintensitäten notiert als an den gleichzeitig gesäten Sommerweizen. In diesem Fall waren jedoch sichtlich Unterschiede des Entwicklungsstadiums das Ausschlaggebende, so daß also keine „wirklich“ verschiedene Rostanfälligkeit vorliegt; denn die am 2. 7. gesäten deutschen Winterweizen schoßten erst Anfang bis Mitte Dezember, teilweise noch später, während die gleichzeitig gesäten Sommerweizen bereits am 22. 12. ausnahmslos totreif, also schon vorher längst nicht mehr infektionsfähig waren.

Die gleichen Unterschiede des Entwicklungsstadiums müssen zur Beurteilung des verschiedenartigen Auftretens von Puccinia graminis in dem Aussaatversuch vom 2. 7. herangezogen werden. Von den am 2. 7. gesäten Weizen wurden alle Winterweizen im Laufe ihrer Entwicklung von Puccinia graminis befallen, während alle Sommerweizen (und der Kittnauer Wechselweizen) von dieser Rostart verschont blieben. Die an den Winterweizen Anfang Januar 1908 beobachteten Rostintensitäten von Puccinia graminis schwankten zwischen 4 und 7, auch innerhalb der Pflanzen einer Sorte zeigten sich ganz bedeutende Unterschiede; neben rostfreien Pflanzen fanden sich solche mit Roststärke 7. Alle Verschiedenheiten waren sichtlich auf Ungleichmäßigkeiten des Schossens und der Reifegeschwindigkeit der Weizenpflanzen zurückzuführen, so daß Rückschlüsse auf eine „wirklich“ spezifische Rostwiderstandsfähigkeit der einzelnen Winterweizen gegen Schwarzrost nicht möglich sind, und von einer

Wiedergabe der ausführlichen Beobachtungen an dieser Stelle abgesehen wird.

Im Jahre 1908 gelangten die gleichen Sorten nochmals zur Aussaat; die am 19. 5. gesäten Beete konnten nur bis zum 4. 11. beobachtet werden und ergaben in dieser Zeit nichts Abweichendes gegenüber den Aussaaten des Jahres 1907: Puccinia triticina trat in den Wintermonaten auf den Wintersorten durchschnittlich stärker auf als auf den Sommerweizen. Puccinia graminis fehlte bis zum Schluß der Beobachtungen vollständig.

Im Jahre 1909 kam ein noch umfangreicherer Versuch mit deutschen Weizensorten auf dem Versuchsfeld Montevideo-Sayago zur Durchführung, indem am 5. 5. dieses Jahres insgesamt 27 Sorten der deutschen Ernte 1908 ausgesät wurden. Die Ergebnisse dieses Versuches sind, soweit ihre Wiedergabe notwendig erschien, in Tabelle 6 übersichtlich zusammengestellt, wobei zur Erleichterung der Übersicht die einzelnen Weizensorten nach ihrer Entwicklungsgeschwindigkeit geordnet wurden; dementsprechend stehen die Sommerweizen an 1., die Winterweizen an 2. Stelle.

Auch in den Versuchen der umstehenden Tabelle erwiesen sich die Sommerweizen gegenüber Puccinia triticina sichtlich weniger stark anfällig als die Winterweizen. Die geringere Anfälligkeit der ersteren geht vor allem aus der Ablesung vom 21. 9. hervor; später verwischen sich auch hier die Unterschiede. Auch ist zu bemerken, daß sich nicht alle Sommer- oder Winterweizen unter sich gleich verhalten, sondern gewisse Schwankungen des Rostauftretens erkennen lassen. Das Vorhandensein kleinerer Schwankungen darf andererseits nicht zu hoch bewertet werden, denn solche Schwankungen erklären sich in sehr einfacher Weise vielfach schon durch oft ganz geringe Verschiedenheiten in der Entwicklungsart der Pflanzen, indem z. B. eine reichliche Neubildung von Blättern, die zunächst natürlich rostfrei sind, zu einer scheinbaren Herabdrückung des Gesamtrostigkeitsgrades führen muß, während umgekehrt das Fehlen einer solchen Neubildung die Zahl der rostigen Blätter relativ zahlreicher, den Rostigkeitsgrad also höher erscheinen läßt. Diese in den Originalversuchsprotokollen besonders vermerkten Einzelheiten konnten leider in der vorstehend gegebenen tabellarischen Übersicht keine Aufnahme finden, ebenso wie auch die weiter oben mitgeteilten Tabellen in dieser Hinsicht unvollkommen bleiben mußten.

Die in Tabelle 6 mitgeteilte Versuchsreihe ist weiter noch in soweit von besonderem Interesse, als Puccinia graminis in wesentlichem Umfang auf fast allen angebauten Sorten auftrat. Leider aber erschweren gerade hier die großen Unterschiede in der Entwicklungsgeschwindigkeit der Weizensorten die Beantwortung der Frage nach dem Vorhandensein einer „wirklichen“ Verschiedenheit der Rostanfälligkeit außerordentlich. Wenn in den Ablesungen vom 26. 11. und 4. 12. ausschließlich oder in der Hauptsache die Sommerweizen von Puccinia graminis befallen sind, so hängt das im Hinblick auf die Vorliebe dieser Rostart für Pflanzen älterer Entwicklungsstadien (vgl. Gassner, 24) unzweifelhaft mit dem weiter vorgeschrittenen Entwicklungsstadium dieser Weizensorten zusammen, so daß also die höhere Anfälligkeit der Sommerweizen zu diesem Zeitpunkt nur eine scheinbare, keine wirkliche ist. Ebenso spielen bei den Ablesungen vom 14. und 31. 12. Unterschiede der Entwicklungsgeschwindigkeit eine bedeutende Rolle.

Tabelle 6. Auftreten von Puccinia triticina und Puccinia
Montevideo-
Datum der Saat:
Bemerkung: Die Weizensorten sind in der Reihen-
Abkürzungen: E.-St. = Entwicklungsstadium der Weizenpflanzen (vgl. S. 187), P. trit.
Puccinia

Weizensorte	Ablesung v. 14. Juli1)		Ablesung v. 10. Sept.1)		Ablesung v. 21. Sept.1)		Ablesung v. 8. Okt.1)		Ablesung v. 3. Nov.1)	
	E.-St.	P. trit.	E.-St.	P. trit.	E.-St.	P. trit.	E.-St.	P. trit.	E.-St.	P. trit.
Wohltmanns Blaue Dame	III	2	IV	3	IV	2	IV	4	VI	4
Galizischer Kolben S.-W.	III	3	IV	3	IV	2	IV	4	VI	4
Japhet S.-W.	III	2	IV	3	IV	2	IV	3	V	3
Heines Kolben S.-W.	III	2	IV	4	IV	3	IV	5	V	4
Kittnauer Wechselw.	III	3	IVa-IV	3	IVa-IV	2	IV	3	IV-V	3
Rimpaus Roter Schlanstedter	III	3	IV	3	IV	2	IV	4	IV	4
Strubes begrannter S.-W.	III	2	IV	3	IV	3	IV	3	IV	3
Kraffts Bordeaux S.-W.	III	3	IV	3	IV	2	IV	5	IV	5
Svalöfs Perl-W.	III	2	IV	4	IV	3	IV	4	IV	4
Mettes Squarehead	III	4	IVa-IV	4	IVa	5	IVa	4	IVa-IV	4
Kirsches Squarehead	III	3	IVa-IV	3	IV	4	IV	4	IV	5
StrubesSchlanstedter Squareh.2)	III	4	IVa	5	IVa	5	IVa-IV	6	IVa-IV	5
Behrens Squarehead2)	III	4	IVa	6	IVa	7	IVa-IV	6	IVa-IV	6
Cimbals Fürst Hatzfeld2)	III	4	IVa	5	IVa	5	IVa	5	IVa-IV	5
Buhlendorfer braunkörniger2)	III	4	IVa-IV	4	IVa-IV	4	IVa-IV	4	IVa-IV	5
Rimpaus Bastard-W.2)	III	3	IVa	4	IVa-IV	4	IVa-IV	5	IVa-IV	5
Cimbals Podbielski2)	III	4	IVa	4	IVa-IV	5	IVa-IV	5	IVa-IV	6
Eckendorf. begrannt. Squareh.2)	III	4	IVa-IV	5	IVa-IV	6	IVa-IV	5	IVa-IV	5
Strubes schlesischer Squareh.2)	III	4	IVa	4	IVa	4	IVa-IV	5	IVa-IV	5
Mundts Squarehead2)	III	3	IVa	4	IVa	4	IVa-IV	5	IVa-IV	5
Schlesischer Eppweizen2)	III	3	IVa	4	IVa	5	IVa-IV	4	IVa	4
Jaensch stand up2)	III	3	IVa	5	IVa	6	IVa	6	IVa	5
Rimpaus Squarehead2)	III	4	IVa	5	IVa	6	IVa-IV	5	IVa	5
Buhlendorfer hellgelbkörniger2)	III	4	IVa	4	IVa	5	IVa	4	IVa	6
Svalöfs Extra Squarehead2)	III	4	IVa	5	IVa	5	IVa	4	IVa	5
Ostpreußischer Edel Epp-W.2)	III	3	IVa	5	IVa	5	IVa	5	IVa	5
Criewener Nr. 1042)	III	4	IVa	4	IVa	4	IVa	5	IVa	5

Der zur Feststellung „wirklicher“ Unterschiede der Anfälligkeit besonders gegenüber Puccinia graminis notwendige Vergleich von Beobachtungen an Pflanzen gleicher Entwicklungsstadien stößt gerade bei einem Vergleich von Winter- und Sommerweizen auf bedeutende Schwierigkeiten, weil Puccinia graminis ältere Pflanzen bevorzugt, ältere, d. h. geschoßte und abgeblühte Winterweizenpflanzen aber, infolge der Abhängigkeit des Schossens von klimatischen Verhältnissen, nämlich der vorherigen Einwirkung niederer Temperaturen, nur in einem kleinen Teil des Jahres anzutreffen sind. Wollen wir daher die Anfälligkeit von Winter- und Sommerweizen gegenüber Puccinia graminis an Pflanzen gleicher älterer Entwicklungsstadien vergleichen, so sind wir gezwungen, den Zeitpunkt des Schossens der Wintergetreide als annähernd gegeben zu betrachten und nur die Aussaat der Sommerweizen so zu variieren, daß diese gleichzeitig mit den ungleich früher gesäten Winterweizen zum Schossen kommen.

---

1) Puccinia graminis fehlt an diesem Beobachtungstage vollständig.

2) Das Schossen vollzog sich bei dieser Sorte unregelmäßig; die verspätet geschoßten Halme sind bei der Feststellung des durchschnittlichen Entwicklungsstadiums der Pflanzen und des Rostbefalls nicht berücksichtigt.

graminis auf deutschen Weizensorten auf dem Versuchsfeld Sayago.
5. Mai 1909.
folge ihrer Entwicklungsgeschwindigkeit geordnet.
= Rostintensität von Puccinia triticina (vgl. S. 186), P. gram. = Rostintensität von graminis (vgl. S. 186).

Ablesung vom 26. November			Ablesung vom 4. Dezember			Ablesung vom 14. Dezember			Ablesung vom 30./31. Dezember		
E.-St.	P. trit.	P. gram.	E.-St.	P. trit.	P. gram.	E.-St.	P. trit.	P. gram.	E.-St.	P. trit.	P. gram.
VIII	4	2	IX	4	4	X	3	4	X	Abl. fhl.	4
VIII	5	0	IX	4	0	X	4	0	X	,, ,,	0
VII	4	2	VIII-IX	5	2	IX	4	3	X	,, ,,	4
VII	5	0	VIII	6	3	IX[3]	5[3]	4[3]	X	,, ,,	5
VI	5	0	VII	5	4	VIII	5	4	X	,, ,,	5
VI	5	1	VII	6	5	VIII	6	5	X	,, ,,	6
VI	4	0	VII	6	4	VIII	5	5	X	,, ,,	5
VI	5	3	VII	6	6	VIII	6	7	X	,, ,,	7
VI	5	0	VII	5	4	VIII	6	5	X	,, ,,	6
VI	6	0	VI-VII	6	4	VIII	6	5	X	,, ,,	5
VI	6	0	VI	6	2	VIII	6	4	X	,, ,,	5
V	5	0	VI	6	3	VII	6	5	X	,, ,,	5
V	5	0	V-VI	6	0	VII	6	4	X	,, ,,	5
V	4	0	V-VI	5	2	VI-VII	5	4	X	,, ,,	6
V	5	0	V-VI	6	1	VI-VII	6	5	X	,, ,,	6
IV-V	5	0	V-VI	6	0	VII	6	5	IX-X	,, ,,	6
V	5	0	V	5	0	VI-VII	5	5	X	,, ,,	7
V	5	0	V	5	0	VI-VII	6	6	X	,, ,,	5
V	6	0	V	6	0	VI	6	5	IX	,, ,,	6
V	7	0	V	6	2	VI	6	4	IX	,, ,,	6
V	5	0	V	5	1	V-VI	5	4	IX—X	,, ,,	7
V	6	0	V	6	0	VI	6	4	IX	,, ,,	6
IVa-V	6	0	IVa-V	6	0	VI	6	5	IX	,, ,,	6
IVa-V	6	0	IVa-V	6	0	VI	6	5	IX	,, ,,	7
IVa-V	5	0	IVa-V	6	0	VI	7	6	VII-VIII	6	7
IVa-V	5	0	IVa-V	5	0	V—VI	6	5	VIII	Abl. fhl.	6
IVa	6	0	IVa-V	6	0	IVa-V	6	3	VII	6	7

Unter diesem Gesichtspunkt sind die in der folgenden Tabelle 7a und b zusammengestellten Beobachtungen zu betrachten. Tabelle 7a enthält in anderer Zusammenstellung die an verschiedenen deutschen Winterweizen bei gleichzeitiger Aussaat vom 5. 5. 1909 gemachten Beobachtungen des Auftretens von Puccinia graminis; in Tabelle 7b sind Beobachtungen an 2 deutschen Sommerweizen: Heines Kolben-Sommer-W. und Rimpaus Roter Schlanstedter Sommer-W. zusammengestellt, deren Aussaat so variiert war, daß sie mit den Winterweizen annähernd gleichzeitig schoßten, blühten und reiften.

Das Ergebnis der umstehenden Versuche läßt sich kurz dahin zusammenfassen, daß in der Ablesung vom 11./14. 12. die Winterweizen einen deutlich höheren Befall durch Puccinia graminis aufweisen als die beiden untersuchten Sommerweizen gleicher Entwicklungsstadien. Aus den Ablesungen vom 30./31. 12. läßt sich eine höhere Anfälligkeit der Winterweizen nur noch insoweit erkennen, als die an verschiedenen Winterweizen festgestellte Rostintensität 7 an den beiden Sommerweizen nie beobachtet werden konnte. Im übrigen zeigen die in Tabelle 7a und b wiedergegebenen Versuchsdaten deutlich die Schwierigkeiten, die sich einer vergleichenden Feststellung der Rostanfälligkeit von Sommer- und Winterweizen gegenüber Puccinia graminis entgegenstellen, wenn die Beobachtungen in einwandfreier Weise auf Pflanzen gleicher Entwicklungsstadien beschränkt werden sollen.

---

[3] Nicht am 14., sondern schon am 11. Dezember abgelesen.

Tabelle 7 a. Auftreten von Puccinia graminis auf deutschen Winterweizen bei Aussaat vom 5. Mai 1909 auf dem Versuchsfeld Montevideo Sayago (vgl. Tabelle 6).

Ablesung vom 14. Dezember		Ablesung vom 30./31. Dezember	
Rostintensitäten von P. graminis auf Winterweizen von Entwicklungsstadium IVa—V	$3^{1)}$	Rostintensitäten von P. graminis auf Winterweizen von Entwicklungsstadium VII	$7^{1)}$
V—VI	$5^{2)}$, $4^{3)}$	VII—VIII	$7^{4)}$
VI	$6^{4)}$, $5^{5)}$, $5^{6)}$, $4^{7)}$, $4^{8)}$, $5^{9)}$	VIII	$6^{2)}$
		IX	$7^{5)}$, $6^{6)}$, $6^{7)}$, $6^{8)}$, $6^{9)}$
VI—VII	$6^{10)}$, $5^{11)}$, $5^{12)}$, $4^{13)}$	IX—X	$7^{3)}$, $6^{14)}$
VII	$5^{14)}$, $4^{15)}$, $5^{16)}$	X	$5^{10)}$, $7^{11)}$, $6^{12)}$, $6^{13)}$
VIII	$4^{17)}$, $5^{18)}$		$5^{15)}$, $5^{16)}$, $5^{17)}$, $5^{18)}$

Es bedeutet: 1) Criewener Nr. 104, 2) Ostpreuß. Edeleppweizen, 3) Schles. Epp-W., 4) Svalöfs Extra Squarehead, 5) Buhlendorfer hellgelbkörniger, 6) Rimpaus Squarehead, 7) Jaensch stand up, 8) Mundts Squarehead, 9) Strubes Schles. Squarehead, 10) Eckendorfer begrannter Squarehead, 11) Cimbals Podbielski, 12) Buhlendorfer braunkörniger, 13) Cimbals Fürst Hatzfeld, 14) Rimpaus Bastard-W., 15) Behrens Squarehead, 16) Strubes Schlanstedter Squarehead, 17) Kirsches Squarehead, 18) Matter Squarehead.

Tabelle 7b. Auftreten von Puccinia graminis auf 2 deutschen Sommerweizen bei verschiedenzeitlicher Aussaat im Jahre 1909 auf dem Versuchsfeld Montevideo-Sayago.

Ablesung vom 11. bzw. 14. Dezember	Heines Kolben-S.-W.*)	Rimpaus Roter Schlanstedter**)	Ablesung vom 30. Dezember	Heines Kolben-S.-W.	Rimpaus Roter-Schlanstedter
Rostintensitäten v. P. graminis auf Sommerweizen von Entwicklungsstadium: V	$0^{9)}$	$0^{9)}$, $0^{7)}$	Rostintensitäten v. P. graminis auf Sommerweizen von Entwicklungsstadium: VII	$5^{9)}$	$4^{8)}$, $5^{7)}$
VI	$0^{8)}$, $1^{7)}$	$0^{6)}$, $2^{5)}$	VIII	$6^{8)}$, $5^{7)}$	$5^{6)}$, $6^{5)}$
VII	Ables. fehlt	$4^{4)}$, $5^{3)}$	IX	Ables. fehlt	$5^{4)}$
VIII	$4^{6)}$, $5^{5)}$	$5^{2)}$, $5^{1)}$	X	$6^{6)}$, $5^{5)}$	$6^{3)}$, $5^{2)}$, $5^{1)}$

Es bedeutet: 1) Aussaat vom 22./3., 2) vom 1./4., 3) vom 27./4., 4) vom 5./5., 5) vom 15./7., 6) vom 30/7., 7) vom 17./8., 8) vom 31./8., 9) vom 21./9.

In den bisherigen besprochenen Versuchen sind ausschließlich Beobachtungen an deutschen Weizensorten wiedergegeben, in denen eine im allgemeinen höhere Anfälligkeit der Winterweizen gegenüber Puccinia triticina, und soweit sich aus den in Tabelle 7 wiedergegebenen Versuchsreihen schließen läßt, auch eine solche gegenüber Puccinia graminis festgestellt werden konnte. Es liegen demnach sichtlich gesetzmäßige Beziehungen zwischen Vegetationstypus und Rostanfälligkeit vor, und es war eine weitere Forderung, die Richtigkeit dieser Beziehungen auch an den zur Untersuchung herangezogenen nichtdeutschen Weizensorten zu prüfen.

---

*) Feststellung des Rostigkeitsgrades erfolgte am 11./12.

**) Feststellung des Rostigkeitsgrades erfolgte am 14./12.

Die auf dem Versuchsfeld Montevideo-Sayago auf Rost beobachteten nichtdeutschen Weizensorten waren die folgenden: Trigo australiano, blanco, del Chubut, candial, ruso, del pais, Rivetti Virguen, Mazamorra. Von diesen entsprechen die ersten 6 in Vegetationsansprüchen etwa den deutschen Sommerweizen, während die beiden letzten Wintertypus aufweisen, d. h. bei Aussaat in der wärmeren Jahreszeit nicht oder nur sehr zögernd und unregelmäßig zum Schossen und Blühen schreiten, also dann horstförmig wachsen und „sitzen bleiben". Allerdings entsprechen sie in anderer Beziehung nicht ganz unseren Winterweizen, da vor allem ihre Frosthärte eine geringere ist; die Weizen Rivetti Virguen und Mazamorra stellen also physiologisch-klimatologisch eine Mittelstufe zwischen deutschen Winter- und Sommerweizen dar. Über die morphologisch-systematische Stellung der verschiedenen nichtdeutschen Weizensorten habe ich mir leider entsprechende genaue Aufzeichnungen nicht gemacht, was ich vor allem deswegen bedauere, weil einige der erwähnten Weizen nicht Varietäten von Triticum vulgare, sondern von Triticum turgidum und Triticum durum darstellen; der stark begrannte, in seinen Ähren blau bereifte Mazamorraweizen ist mir als Triticum durum in Erinnerung geblieben.

Die Beobachtungen beginnen erst mit dem Jahre 1908. Aus dem Jahre 1907 liegen Beobachtungen an nichtdeutschen Weizensorten nur an Getreidefeldern vor, und diese Beobachtungen gestatten keine einwandfreien Schlüsse über die spezifische Rostanfälligkeit der betreffenden Sorten.

Im Winter 1908 wurden die oben angeführten Weizensorten in größeren Parzellen nebeneinander auf dem Versuchsfeld für Acker- und Pflanzenbau in Montevideo-Sayago von Prof. Dammann ausgesät und während ihrer Entwicklung von mir auf Rost beobachtet; kleinere Beete mit den gleichen Sorten waren außerdem im Botanischen Garten zur Aussaat gekommen. Das Verhalten der einzelnen Sorten läßt sich kurz folgendermaßen charakterisieren: von den angebauten Weizensorten zeigte sich im September und Oktober 1908 der Trigo del Chubut, ein aus Südargentinien stammender Weizen, der sich durch besonders kurze Vegetationsperiode und schnelle Reife auszeichnete, am stärksten von Puccinia triticina befallen (Roststärke 6—7); der Rivetti Virguen dagegen, ein subtropischer Winterweizen, wies den schwächsten Befall auf (Roststärke 2—3); die Rostintensitäten der übrigen Weizen schwankten zwischen 3 und 5. Damit war bereits der Nachweis erbracht, daß die an deutschen Weizen gefundene Gesetzmäßigkeit der höheren Anfälligkeit der Winterweizen gegenüber Sommerweizen keine allgemeine Gültigkeit hat; denn der stark anfällige Trigo del Chubut ist ein Sommerweizen — er zeigt etwa gleiche Entwicklungsgeschwindigkeit und Vegetationsansprüche wie der Galizische Kolben-Sommerweizen —, der wenig anfällige Rivetti Virguen, wie schon erwähnt, ein Winterweizen.

Tabelle 8. Auftreten von Puccinia triticina und Puccinia graminis
Pflanzenbau Monte-
Datum der Saat:

Weizensorte	Ablesung vom 21. September			Ablesung vom 8. Oktober			Ablesung vom 28. Oktober		
	E.-St.	Rostintensitäten		E.-St.	Rostintensitäten		E.-St.	Rostintensitäten	
		P. trit.	P. gram.		P. trit.	P. gram.		P. trit.	P. gram.
Trigo australiano . . .	IV	2	0	IV	4	0	IV	3	0
,, blanco	IV	3	0	IV	4	0	IV	4	0
,, del Chubut . . .	IV	2	0	IV	5	0	IV	8	0
,, candial	IV	2	0	IV	4	0	IV	4	0
,, ruso	IV	2	0	IV	4	0	IV	3	0
,, del pais	IV	2	0	IV	3	0	IV	4	0
,, Rivetti Virguen .	IVa	2	0	IVa	2	0	IVa-IV	3	0
,, Mazamorra1) . .	IV	2	0	IV	4	0	IV	4	0

Die Beobachtungen des Jahres 1908 hören mit dem 3. 11. vorzeitig auf, weil ich in der Zeit Anfang November 1908 bis März 1909 nicht in Montevideo anwesend war.

Im Winter 1909 wurden wiederum die gleichen Weizensorten auf dem Versuchsfeld für Acker- und Pflanzenbau in größeren Parzellen (jede Sorte 2 Parzellen von je ca. 50 qm Fläche) zur Aussaat gebracht und diesmal während ihrer ganzen Entwicklung auf Rost beobachtet. Puccinia triticina trat auf den am 14. 6. gesäten Parzellen von Anfang September an auf, Puccinia graminis wurde von Ende November an beobachtet. Über die festgestellten Rostigkeitsgrade und Unterschiede des Rostbefalles unterrichtet die Tabelle 8.

Danach machten sich auch im Jahre 1909 Unterschiede im Rostbefall der einzelnen Sorten bemerkbar, und zwar sowohl in bezug auf Puccinia triticina wie auch in bezug auf Puccinia graminis. Als am stärksten anfällig, sowohl gegenüber Puccinia triticina wie gegenüber Puccinia graminis, erwies sich wiederum der bereits 1908 als sehr anfällig erkannte Trigo del Chubut. Ebenso ist in den Beobachtungen des Jahres 1909, in Übereinstimmung mit den Feststellungen des Jahres 1908, der Winterweizen Rivetti Virguen gegen Puccinia triticina ungleich widerstandsfähiger als der Trigo del Chubut. Von besonderem Interesse ist weiter ein Vergleich der beiden angebauten Winterweizen Rivetti Virguen und Mazamorra, von denen sich der letztere (Ablesung vom 10. und 27. 12.) durch eine besonders hohe Widerstandsfähigkeit gegenüber Puccinia graminis bei nicht unbedeutender und den Durchschnitt im allgemeinen übersteigender Anfälligkeit gegenüber Puccinia triticina auszeichnete. Auch zwischen den übrigen Sorten machten sich im Rostauftreten deutliche Unterschiede bemerkbar; so gehörte der Trigo candial ebenfalls zu den rostwiderstandsfähigeren Weizensorten. Selbstverständlich müssen bei der Beurteilung der Ergebnisse etwaige Unterschiede der Entwicklungsstadien der Weizenpflanzen mit berücksichtigt werden; jedoch zeigen die Einzelheiten, daß die soeben festgestellten Unterschiede des Rostbefalles „wirkliche" Unterschiede darstellen müssen. Denn wenn z. B. der Mazamorraweizen am 10. 12. noch im Entwicklungsstadium VII von Puc-

---

1) Nicht am 14., sondern am 26. Juni gesät.

auf verschiedenen Weizensorten. Versuchsfeld für Acker- und
video-Sayago.
14./6. 09.

Ablesung vom 28. November			Ablesung vom 4. Dezember			Ablesung vom 10. Dezember			Ablesung vom 27. Dezember		
E.-St.	Rost-intensitäten		E.-St.	Rost-intensitäten		E.-St.	Rost-intensitäten		E.-St.	Rost-intensitäten	
	P. trit.	P. gram.		P. trit.	P. gram.		P. trit.	P. gram.		P. trit.	P. gram.
VII-VIII	3	2	VIII	4	4	VIII-IX	5	4	X	Abl. fhl.	5
VII-VIII	4	3	VIII	5	6	VIII-IX	5	5	X	„ „	5
VIII	7	7	VIII	7	8	IX	7	7	X	„ „	7
VII-VIII	3	2	VIII	4	4	VIII-IX	4	4	X	„ „	5
VI	4	4	VII	4	5	VII-VIII	5	5	X	„ „	6
VII-VIII	4	5	VIII	4	5	VIII-IX	5	6	X	„ „	6
IV-V	4	0	V	4	1	V-VI	5	5	IX	„ „	6
VI	5	0	VI	6	0	VII	5	0	IX	5	3

cinia graminis völlig frei ist, während Rivetti Virguen in den jüngeren Entwicklungsstadien V—VI zur gleichen Zeit bereits Roststärke 5 aufweist, so deutet das, im Verein mit der Tatsache, daß Puccinia graminis ältere Entwicklungsstadien bevorzugt (vgl. Gassner, 24), auf eine „wirklich" vorhandene, besonders hohe Widerstandsfähigkeit der ersten Weizensorte hin.

Im übrigen geht auch aus den in Tabelle 8 wiedergegebenen Ergebnissen hervor, daß den bei nichtdeutschen Weizensorten beobachteten Rostigkeitsgraden keine Unterschiede des klimatologisch-physiologischen Verhaltens im Sinne der bei den deutschen Winter- und Sommerweizen gefundenen Gesetzmäßigkeiten parallel gehen. Besonders lehrreich in dieser Hinischt war auch in den Beobachtungen des Jahres 1909 das Verhalten des Sommerweizens Trigo del Chubut gegenüber den beiden angebauten Winterweizen Rivetti Virguen und Mazamorra, die außerdem auch unter sich wesentliche Unterschiede des Rostverhaltens zeigten.

Mit einigen der erwähnten Weizensorten, nämlich Trigo del Chubut, Rivetti Virguen und Mazamorra, wurden zu Beginn des Jahres 1910 noch einige weitere Versuche durchgeführt, indem am 1. und 15. 2. frisch geerntete Körner dieser Sorten zur Aussaat gelangten. An diesen Parzellen wurde noch an den jungen Keimpflanzen sowohl Puccinia triticina wie Puccinia graminis beobachtet. Die Versuche ergaben eine Abweichung gegenüber den in der Aussaat vom 14. 6. 1909 erhaltenen Ergebnissen insoweit, als die Keimpflanzen des nach den Beobachtungen des Frühsommers und Sommers 1909/10 (vgl. Tab. 8) gegenüber Puccinia graminis besonders widerstandsfähigen Mazamorraweizens unter Puccinia graminis besonders stark litten. Möglicherweise handelt es sich in diesen Beobachtungen um eine eigenartige Beeinflussung der Entwicklung der Mazamorrapflanzen durch hohe Temperaturen bei mangelnder Nachreife des verwendeten Saatgutes; denn in einem am 21. 1. 1910 durchgeführten Keimversuche keimten bei einer Keimungstemperatur von 28° nach 6 Tagen nur 23,5 Proz., nach 10 Tagen insgesamt nur 34,5 Proz. der Anfang Januar geernteten Körner des Mazamorraweizens, und genau so zögernd wie die Keimung war auch die weitere erste Entwicklung der Pflanzen. Wir müssen daher immerhin wenigstens die Möglichkeit in Betracht ziehen, daß diese zunächst nur zögernd sich entwickelnden Pflänzchen, die aus nicht genügend nachgereiften Körnern bei sichtlich zu hohen Temperaturen hervorgegangen waren, ein etwas abweichendes Rostverhalten zeigen.

4. Versuche mit Mais.

Besondere Untersuchungen über eine verschiedene Anfälligkeit der einzelnen Maissorten liegen, soweit ich feststellen konnte, bisher kaum vor oder haben doch nicht zu Ergebnissen im Sinne des Vorhandenseins spezifischer Rostempfänglichkeitsunterschiede geführt. Carleton (7, S. 67) erwähnt ausdrücklich, daß ihm Unterschiede der Rostempfänglichkeit beim Mais nicht bekannt sind, und daß im Hinblick auf die geringen von ihm beobachteten Rostigkeitsgrade die Rostfrage für den Maisbau keine besondere Bedeutung habe.

Tabelle 9. Auftreten von Puccinia Maydis auf verschiedenen Maissorten im Botanischen Garten Montevideo-Sayago. (Datum der Saat: Ende Dezember 1906.)

Nr.	Sorte	Entwicklungszustand der Pflanzen und Rostauftreten Anfang März 1907			
		Höhe der Pflanzen m	Entwicklung des Kolben	Aussehen der Pflanzen	Auftreten von Pucc. Maydis
A	Blanco americano	1,75—2	Kolben voll entwickelt, aber Körner sehr weich	Blätter größtenteils gesund u. grün	sehr schwach
B	Hickory King	1,50—1,75	wie A., aber Körner etwas reifer	etwa wie A	schwach, aber immerhin stärker als auf A
C	Lombardo	1,25	Körner fast reif	schlecht aussehend, Blätter gelblich	sehr stark
D	Largo amarillo	1,20	wie C	wie C	auf einig. Pflanzen noch stärker, auf anderen schwächer als auf C
E	Amarago	1,50—1,70	Pflanzen blühend, Körner noch nicht entwickelt	Blätter gesund und grün, allgemein gesund	gleich Null
F	Dulce arrugado	0,50—0,60	Kolben sehr klein, aber reif	alle Blätter gelblich	Pflanzen sehr stark befallen und geschädigt
G	Eureka	1,20—1,80	Körner sehr jung, klein u. sehr weich	Blätter grün	sehr schwach
H	Blanco duro	1,40—1,60	Körner noch weich	Blätter grün	schwach—mittelstark

Demgegenüber konnte ich bereits im Februar 1907, wenige Tage nach meiner Ankunft in Montevideo, ein sehr starkes und sichtlich auch stark schädigendes Auftreten von Puccinia Maydis beobachten. Es handelte sich um Maispflanzen, die vor meiner Ankunft im Dezember 1906 in dem damaligen provisorischen Botanischen Garten des Institutes zur Aussaat gelangt waren. Von den angebauten 8 Sorten waren 3 sehr stark befallen, andere wiesen Puccinia Maydis nur in sehr schwachem Maße auf, und noch andere bildeten Übergänge zwischen diesen Extremen. Damit war außer der Tatsache eines stark schädigenden Auftretens von Puccinia Maydis gleichzeitig festgestellt, daß in der Rostwiderstandsfähigkeit der einzelnen Maissorten außerordentliche Unterschiede bestehen können. Die Tabelle 9 zeigt den Rostbefund Anfang März 1907.

Die vorstehende Tabelle enthält gleichzeitig Angaben über den Entwicklungszustand der Maispflanzen zur Beobachtungszeit, und da die Aussaat aller Sorten am gleichen Tage erfolgt war, Angaben über die Entwicklungsgeschwindigkeit der einzelnen Sorten. Diese Angaben sind deswegen wiedergegeben, weil sie zeigen, daß die beobachteten Unterschiede der Rostanfälligkeit keine regellosen und zufälligen sind, sondern daß gesetzmäßige Beziehungen zwischen Entwicklungsgeschwindigkeit der Maissorten und ihrer Rostanfälligkeit bestehen. Ordnen wir nämlich die einzelnen Sorten nach ihrer Reifegeschwindigkeit, so erhalten wir die Reihenfolge F, C, D, H, B, A, G, E; ordnen wir sie nach den beobachteten Rostigkeitsgraden, so bekommen wir genau die gleiche Reihenfolge. Mit anderen Worten: die Sorten kürzester Vegetationsperiode und früher Reife sind die rostanfälligsten, die Sorten langer Vegetationsperiode und später Reife dagegen ungleich rostwiderstandsfähiger.

In der vorstehenden Form habe ich das Ergebnis der Beobachtungen des Februar und März 1907 bereits an anderer Stelle (19) kurz veröffentlicht; da dies jedoch an sehr schwer oder kaum zugänglicher Stelle geschah, habe ich die Ergebnisse hier nochmals wiedergegeben, vor allem auch, um einige Bemerkungen anzuknüpfen. Gegen den aus den obigen Beobachtungen gezogenen Schluß, daß Reifegeschwindigkeit und Rostbefall in Beziehungen zueinander stehen, läßt sich nämlich noch der Einwand erheben, daß es sich um Beobachtungen an Pflanzen verschiedener Entwicklungsstadien handelte, und daß diese Unterschiede des Entwicklungsstadiums eine in Wirklichkeit nicht vorhandene verschiedene Rostanfälligkeit nur vortäuschen.

Demgegenüber sei zunächst darauf hingewiesen, daß, nach Angabe des damaligen Institutsassistenten, Unterschiede im Rostbefall bereits im Januar 1907 vorhanden gewesen waren, also zu einer Zeit, in welcher von Unterschieden im Entwicklungsstadium der Pflanzen noch nicht recht gesprochen werden konnte. Weiter sei aber vor allem auf die bereits an anderer Stelle mitgeteilten Untersuchungen (24) über die Bedeutung des Entwicklungsstadiums der Nährpflanze für das Auftreten des Maisrostes verwiesen. Aus diesen Untersuchungen geht nämlich hervor, daß eine Bevorzugung älterer Entwicklungsstadien seitens Puccinia Maydis nicht besteht. Wenn daher in den in Tabelle 9 wiedergegebenen Ablesungen die älteren, früher reifenden Maispflanzen einen nennenswert stärkeren Rostbefall aufweisen als diejenigen, welche sich infolge langsamerer Entwicklungsgeschwindigkeit noch in einem relativ jüngeren Entwicklungsstadium befinden, so sind wir in der Tat berechtigt, die Ergebnisse der im Februar und März 1907 vorgenommenen Ablesungen in dem Sinne zu deuten, daß die spät reifenden Maissorten „wirklich“ rostwiderstandsfähiger sind als die früh reifenden. Auch kann hier schon erwähnt werden, daß dies Ergebnis im Herbst des folgenden Jahres sowie im Sommer 1909/10 in einwandfreier Weise bestätigt wurde.

Zunächst sei jedoch auf die anscheinend abweichenden Beobachtungen des Sommers 1907/08 eingegangen. Am 15. bzw. 19. 10. 1907 waren von Prof. Dammann-Montevideo auf dem Versuchsfeld für Acker- und Pflanzenbau insgesamt 30 verschiedene Maissorten auf größeren Parzellen zur Aussaat gelangt. Der Versuch war als landwirtschaftlicher Sortenanbauversuch gedacht und wurde im Einverständnis mit dem Versuchsansteller von mir auf Rost beobachtet. Die ersten Rostlager fanden sich Anfang Januar. Da in den Ablesungen des Monats Januar Unterschiede des Rostauftretens nicht oder fast nicht festgestellt wurden, der Rostbefall auf allen Sorten vielmehr ein sehr schwacher war, habe ich in der folgenden Tabelle 10 nur die Ablesungen des Februar und März wiedergegeben.

Der Vergleich dieser Ablesungen zeigt, daß sich Beziehungen zwischen Entwicklungsgeschwindigkeit der einzelnen Maissorten und Rostbefall nicht erkennen lassen, so daß das Ergebnis dieses Versuches in Widerspruch mit den Beobachtungen des Februar und März 1907 steht oder zu stehen scheint.

Es handelt sich in der Tat nur um einen scheinbaren Widerspruch; jedoch brachten erst die im Sommer 1909/10 durchgeführten und an anderer Stelle (24) ausführlich wiedergegebenen kontinuierlichen Aussaatversuche mit Mais die Erklärung und den Nachweis, daß das negative Ergebnis der in Tabelle 10 angeführten Versuche in Wirklichkeit gar nichts gegen die im Februar und März 1907 gefundene Gesetzmäßigkeit besagt. Nach diesen früheren Feststellungen wird das Auftreten von Puccinia Maydis an den im beginnenden Frühjahr (September—Oktober) gesäten Maispflanzen dadurch in hohem Maße beeinflußt und herabgemindert, daß diese Pflanzen bzw. ihre Teile zur Zeit des ersten Auftretens von Puccinia Maydis — es war das in allen Beobachtungsjahren der beginnende Januar — bereits ganz oder zum Teil das infektionsfähige Alter überschritten haben. Vor allem die schnell reifenden Sorten, welche nach den Beobachtungen des Jahres 1907 die rostanfälligeren sind, sind zu Beginn des ersten Auftretens von Puccinia Maydis (Anfang Januar) in ihrer Entwicklung so weit vorgeschritten, daß sie zu dieser Zeit nicht mehr oder nur noch in geringem Maße infektionsfähige Teile aufweisen; Puccinia Maydis kann hier also nicht mehr stark auftreten. Die langsam sich entwickelnden Sorten enthalten zwar zu dieser Zeit noch in nennenswerter Menge infektionsfähige Teile; diese Sorten können jedoch — vorausgesetzt, daß die Beobachtungen des Februar—März 1907 richtig sind — im Hinblick auf ihre inneren Eigentümlichkeiten nicht stark rostig werden, weil sie eben relativ widerstandsfähig sind.

Das Ergebnis ist also das gleiche, die Ursachen aber verschieden: die spät reifenden Sorten werden nicht stark befallen, weil sie an sich nicht leicht anfällig sind, die früh reifenden, weil sie infolge zu weit vorgeschrittener Entwicklung beim ersten Auftreten von Puccinia Maydis im beginnenden Sommer nicht mehr infektionsfähig sind. Auf diese Weise erklärt es sich, daß sich bei zeitiger Frühjahrsaussaat Sortenunterschiede im sommerlichen Rostbefall nicht bemerkbar machen, sondern daß ein annähernd gleich-

Tabelle 10. Auftreten von Puccinia Maydis auf verschiedenen Maissorten auf dem Versuchsfeld für Acker- und Pflanzenbau Montevideo-Sayago.
Datum der Saat: Bei den Maissorten 1—18: 15./10., bei den Sorten 19—30: 19./10. 1907.
Zahl und Größe der Parzellen: bei den Maissorten 1—18: je 2 à 50 qm, bei den Sorten 19—30: je 1 à 27,5 qm.

Nr.	Maissorte	Datum des Auflaufens[1])	Datum der Blüte[1])	Datum des Schnittes[1])	Auftreten von Puccinia Maydis am 5. Februar 1908	18. Februar 1908	23. März 1908
1	Peruano	26. Okt.	nicht zum Blühen gekommen	(30. März)	in Spuren	schwach	sehr schwach
2	Hickory King	24. „	31. Dez.	25. März	sehr schwach	„	schwach
3	Diente de caballo	27. „	30. „	25. „	schwach	„	„
4	Stovels Evergreen	26. „	30. „	20. „	„	„	(schon geerntet)
5	Late Mammoth	27. „	31. „	20. „	„	„	„ „
6	White Corn	24. „	16. „	20. Febr.	unregelmäßig, teils schwach, teils mittelstark	schwach, teilweise jedoch stark	„ „
7	Shaker	24. „	18. „	20. „	schwach	schwach	„ „
8	Legal Tender	23. „	30. „	6. März	sehr schwach	„	„ „
9	Jowa Golden Mine . . .	23. „	29. „	6. „	„ „	„	„ „
10	Pisingallo	22. „	28. „	6. „	schwach	schwach, ein kleiner Teil etwas stärker	„ „ „ „
11	Leaning Early	24. „	24. „	20. „	„	schwach	„ „
12	Perry Hybrid	24. „	22. „	20. „	im allg. schwach, einige Pflanzen stärker	schwach bis mittelstark	„ „
13	Golden Beauty	24. „	30. „	20. „	schwach	schwach	„ „
14	Pride of the North . . .	23. „	29. „	20. „	„	„	„ „
15	Colorado	22. „	30. „	20. „	„	„	„ „

---

[1]) Nach Dammann, H., und Schroeder, I., Ensayos sobre el valor cultural de diferentes clases de Maiz. (Montevideo, Rev. de Agronomia. IV. 1908. S. 185—202.)

Tabelle 10 (Fortsetzung).

Auftreten von Puccinia Maydis auf verschiedenen Maissorten auf dem Versuchsfeld für Acker- und Pflanzenbau Montevideo-Sayago.

Datum der Saat: Bei den Maissorten 1—18: 15./10., bei den Sorten 19—30: 19./10. 1907.
Zahl und Größe der Parzellen: Bei den Maissorten 1—18: je 2 à 50 qm, bei den Sorten 19—30: je 1 à 27,5 qm.

Nr.	Maissorte	Datum			Auftreten von Puccinia Maydis am		
		des Auflaufens[1])	der Blüte[1])	des Schnittes[1])	5. Februar 1908	18. Februar 1908	23. März 1908
16	Cuarentino seleccionado .	22. Okt.	28. Dez.	6. März	schwach bis mittelst.	fast mittelstark	(schon geerntet)
17	Tydings Enorm	24. „	30. „	20. „	schwach	schwach	„ „
18	Waterloo	23. „	31. „	20. „	sehr schwach	„	„ „
19	Rileys Favorit	29. Okt.	4. Jan.	25.-30. März	sehr schwach	schwach	schwach
20	Pride of the North . . .	28. „	1. „	25.-30. „	schwach	„	„
21	Illinois High Oil	30. „	4. „	25.-30. „	„	„	„
22	Golden Eagle	29. „	4. „	25.-30. „	schwach, einige Pflanzen mittelstark	im allg. schwach	schwach bis mittelst.
23	Illinois High Protein . .	30. „	2. „	25.-30. „	schwach	schwach	schwach
24	Boon County White . . .	28. „	2. „	25.-30. „	sehr schwach	„	„
25	Reids Yellow Dent . . .	30. „	4. „	25.-30. „	schwach	„	„
26	Champion White Pearl . .	29. „	5. „	25.-30. „	„	„	„
27	Silver Mine	28. „	6. „	25.-30. „	„	„	„
28	Illinois Low Oil	30. „	6. „	25.-30. „	„	„	schwach, einige Pflanzen etwas stärker
29	Illinois Low Protein . . .	30. „	17. „	25.-30. „	schwach bis mittelst.	fast mittelstark	mittelstark
30	Leaning Early	30. „	17. „	25.-30. „	schwach	im allg. schwach, einige Pflanzen stärker	schwach bis mittelstark

---

[1]) Nach Dammann, H., und Schroeder, I., Ensayos sobre el valor cultural de diferentes clases de Maiz. (Montevideo, Rev. de Agronomia. IV. 1908. S. 185—202.)

mäßig schwacher Befall auf allen Sorten feststellbar ist, wie er in dem in Tabelle 10 wiedergegebenen Versuch zutage tritt.

Daß bei den eben behandelten, am 15. bzw. 19. 10. 1907 ausgesäten Maissorten bei anderer Saatzeit und damit Fortfall des störenden Einflusses der Verschiedenheiten der Entwicklungsstadien ebenfalls gesetzmäßige Beziehungen zwischen Rostanfälligkeit und Entwicklungsgeschwindigkeit zutage treten, zeigte die folgende kleine, im März—April 1908 auf dem Versuchsfeld Montevideo-Sayago durchgeführte Versuchsreihe; aus äußeren Gründen kamen nur 6 der betreffenden Sorten zum Anbau; diese waren aber so ausgewählt, daß sie verschieden schnell sich entwickelnde Typen darstellten.

Tabelle 11. Infektionsversuch mit Uredo Maydis auf verschiedenen Maissorten auf dem Versuchsfeld Montevideo-Sayago.
Größe der Parzellen: 10 qm.
Datum der Saat: 16./3. 1908.
Datum des Auflaufens: 23.—25./3. 1908.
Die Pflanzen entwickelten sich zunächst gut und wurden am Abend des 1. und 7. April reichlich mit Uredo Maydis infiziert.

Nr.	Maissorte	Vegetationsdauer und Reifegeschwindigkeit[1])	Rostbefund am 25. April 1908
1	Peruano	äußerst lange Vegetationsdauer, derart, daß diese Maissorte auch bei frühester Saat im subtrop. Klima Uruguays nicht zur Reife kommt	kein Rost
2	Hickory King	lange Vegetationsdauer, spät reifend	sehr schwacher Rostbefall
3	Diente de caballo . .	wie 2	schwacher Rostbefall, etwas stärker als in 2
4	White Corn	sehr kurze Vegetationsdauer, früh reifend	sehr starker Rostbefall auf älteren u. mittleren Blättern, nur die jüngsten Blätter rostfrei oder weniger rostig
5	Shaker	wie 4	ähnlich 4, Rostbefall nicht ganz so stark
6	Cuarentino	ähnlich 4, aber etwas längere Vegetationsdauer u. etwas später reifend	wie 5

Das Ergebnis der vorstehenden Tabelle entspricht durchaus den Beobachtungen des Spätsommers und beginnenden Herbstes 1907: die am spätesten reifende Sorte Peruano blieb überhaupt rostfrei, die Sorten relativ langer Vegetationsperiode Hickory King und Diente de caballo wurden nur schwach, die schnell reifenden Sorten White Corn, Shaker und Cuarentino dagegen stark bis sehr stark von Puccinia Maydis befallen. Die Sorten langsamer Entwicklungsgeschwindigkeit und später Reife sind also wiederum gegen Puccinia Maydis ungleich weniger anfällig als diejenigen schneller Entwicklungsgeschwindigkeit und früher Reife. Besonders betont sei, daß Unterschiede des Entwicklungsstadiums für das Rostbild im vorliegenden Falle bestimmt nicht verantwortlich gemacht werden können; denn Unterschiede der Entwicklung lagen am 25. 4., dem Tage der Feststellung des Rostbefalles, noch nicht vor; vielmehr wiesen die Pflanzen aller Sorten bei etwa 25—35 cm Höhe durchschnittlich etwa 6 Blätter auf. Die im Mai vorgenommenen Ablesungen boten in bezug auf die Höhe des Rostbefalles kein anderes Bild; sie sind deshalb nicht besonders angeführt, weil die Entwicklung der Pflanzen von Anfang Mai an sichtlich durch die herbstliche Witterung in Mitleidenschaft gezogen wurde. Ein in der Nacht vom 21. zum 22. 5. eingetretener Frost tötete die Pflanzen größtenteils ab, ohne daß eine der angebauten Sorten zum Blühen gekommen wäre.

---

[1]) Festgestellt auf Grund der in Tabelle 10 S. 215—216 erwähnten Sortenanbauversuche.

Im Sommer 1909/10 wurde weiter noch eine besondere Versuchsreihe mit verschiedenen Maissorten und verschiedenen Aussaatzeiten durchgeführt, die so angesetzt war, daß zu gleichen Zeitpunkten auch ältere Pflanzen der verschiedenen Maissorten in gleichen Entwicklungsstadien zu Beobachtungszwecken zur Verfügung standen. Bei der Unempfindlichkeit der Maispflanzen gegen hohe Temperaturen lassen sich derartige Versuche gerade mit Mais auch im subtropischen Hochsommer ausgezeichnet durchführen.

Zur Verwendung kamen nur 3 Maissorten; die Durchführung der Versuche mit mehr als 3 Sorten erwies sich, im Hinblick auf die Größe der Parzellen (je 25 qm) und dadurch bedingten Platzmangel, nicht möglich. Die zu den Versuchen gewählten Maissorten waren die folgenden:

Peruano, als Sorte langsamster Entwicklungsgeschwindigkeit und spätester Reife,

Diente de caballo, als Sorte langsamer bis mittlerer Reifegeschwindigkeit,

White Corn, als schnellreifende Sorte.

Die Aussaaten der Parzellen erfolgten jedesmal gleichzeitig am 13. 10., 5. 11., 7. 12. 1909 und am 4. 1. 1910. Die Ablesungen sind in der am Schluß dieses Abschnittes (S. 220) angefügten Tabelle 12 in übersichtlicher Form zusammengestellt.

Aus dieser Zusammenstellung folgt nochmals in einwandfreier Weise, daß Maissorten gleicher Entwicklungsstadien sehr ungleichen Rostbefall aufweisen können, womit nochmals festgestellt ist, daß die Unterschiede der Rostanfälligkeit keine „scheinbaren“, sondern „wirkliche“ sind. Die Unterschiede der Rostanfälligkeit machen sich im übrigen wieder in dem Sinne geltend, daß die spätreifenden Sorten geringeren, die frühreifenden höheren Rostbefall aufweisen.

Die gefundene Gesetzmäßigkeit berechtigt vielleicht sogar zu einem Ausblick auf die Frage der Spezialisierung des Maisrostes. Es ist an anderer Stelle (23) über negative Infektionsversuche mit Maisrost auf die dem Mais nahe verwandte Teosinte berichtet und erwähnt, daß das von Carleton (7) angegebene Übergehen von Puccinia Maydis auf Euchlaena mexicana nicht bestätigt werden konnte. Trotzdem habe ich die südamerikanische Puccinia Maydis nicht als abweichend spezialisierte Form erklärt, und möchte nunmehr die Begründung hierfür geben:

Nach den in Montevideo-Sayago gemachten Beobachtungen sind Maissorten später Reife und langer Vegetationsdauer — es sind das die Sorten der heißen Herkunftsländer, denn nur in diesen kommen sie zur Reife — unter den Verhältnissen des subtropischen La Plata-Gebietes rostwiderstands-

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

fähiger als die Sorten schnellerer Entwicklungsgeschwindigkeit. Im besonderen wies der Perumais („Peruano“), der sich durch riesige Wachstumsverhältnisse und entsprechende Korngröße auszeichnete, einerseits eine sehr hohe Rostwiderstandsfähigkeit, andererseits eine derartig lange Vegetationsdauer auf, daß er, infolge seiner hohen Wärmeansprüche, auch bei zeitigster Frühjahrsaussaat im subtropischen Klima Uruguays nicht mehr zur Reife kommt. Noch höhere Wärmeansprüche als der Perumais hat, nach den in Montevideo-Sayago gemachten Beobachtungen zu urteilen, die Teosinte, Euchlaena mexicana. Machen wir nun die Voraussetzung, daß Carleton mit seiner Angabe des Übergehens von Puccinia Maydis auf Teosinte recht hat, und daß also Teosinte sich gegenüber dem Maisrost genau verhält wie der Mais selber, so kann eine Rostwiderstandsfähigkeit der Teosinte im Klima Uruguays trotzdem nicht überraschen. Wenn nämlich die Rostwiderstandsfähigkeit gegenüber Puccinia Maydis den Vegetationsansprüchen der einzelnen Sorten in dem Sinne parallel geht, daß steigende Vegetationsdauer auch höhere Rostwiderstandsfähigkeit bedingt, so muß in letzter Hinsicht die Teosinte als Pflanze längster Vegetationsdauer und höchster Wärmeansprüche an erster Stelle stehen und den von Puccinia Maydis nicht oder nur sehr schwach befallenen Perumais noch übertreffen. Aus diesem Grunde erblicke ich in den negativen Ergebnissen meiner Infektionsversuche mit Puccinia Maydis auf Teosinte nicht die Berechtigung, die von Carleton gefundenen Ergebnisse in Frage zu ziehen oder von einer abweichend spezialisierten Form des südamerikanischen Maisrostes, die auf Teosinte nicht überzugehen vermag, zu sprechen.

III. Beiträge zum Problem der Rostempfänglichkeit.

1. Über Disposition aus äußeren Ursachen und Disposition aus inneren Eigenschaften der Nährpflanze.

Nachdem in den Ausführungen des vorigen Hauptabschnittes über die auf dem Versuchsfeld Montevideo-Sayago zur Feststellung der Rostanfälligkeit zur Durchführung gekommenen Sortenanbauversuche berichtet ist, sollen nunmehr die in diesen Versuchen erhaltenen Ergebnisse als Ausgangspunkt einiger Betrachtungen über das noch immer ungelöste Problem der Rostempfänglichkeit verwendet werden. Nach den Feststellungen des vorigen Abschnittes verhalten sich die einzelnen Getreidesorten gegenüber den verschiedenen Rostpilzen nicht gleich, sondern teilweise sehr verschieden; es sei hier nochmals an das verschiedenartige Auftreten von Puccinia coronifera und P. graminis auf deutschen Hafersorten und Uruguayhafer, an das Auftreten von Puccinia triticina und P. graminis auf den verschiedenen Weizensorten und das Verhalten der einzelnen Maissorten gegenüber Puccinia Maydis erinnert. Für diese Verschiedenheiten müssen wir natürlich das Vorhandensein gewisser innerer Eigentümlichkeiten, in der üblichen Ausdrucksweise, eine „innere Disposition“ der Nährpflanze verantwortlich machen, wobei weiter an den an anderer Stelle (24) bereits erbrachten Nachweis erinnert sei, daß diese „innere Disposition“ nicht während der ganzen Entwicklung der Pflanze die gleiche zu sein braucht, sondern Schwankungen unterliegen kann, indem dieselbe Pflanze in ihren verschiedenen Entwicklungsstadien dem gleichen Rostpilz gegenüber verschieden disponiert sein kann. In letzterer Hinsicht war das Verhalten von Puccinia graminis besonders lehrreich, da gegen-

Tabelle 12. Auftreten von Puccinia Maydis auf verschiedenen Maissorten und bei verschiedener Saatzeit im Sommer 1909/10 auf dem Versuchsfeld Montevideo-Sayago.

Datum der Saat	Entwicklungsstadium und Rostbefall am 8./1. 1910.		
	White Corn	Diente de caballo	Peruano
13. Oktober 1909	Pflanzen längst abgeblüht, Körner entwickelt, aber noch weich u. wässerig — Rost vorhanden, vor allem an jüngeren Blättern, aber sehr schwach; an einigen wenigen Pflanzen etwas stärker. Nur Uredo	Pflanzen blühend oder abgeblüht — Rost ganz vereinzelt (Stärke 1), vor allem an jüngeren Blättern. Nur Uredo	Pflanzen fast 2 m hoch, aber noch nicht blühend — völlig rostfrei
5. November 1909	Pflanzen haben gerade abgeblüht — Rost vorhanden, im allg. schwach (Stärke 3), an einigen Pflanzen Stärke 4—5; vor allem die jüngsten Blätter befallen. Nur Uredo	Pflanzen fast 1½ m hoch — ältere Blätter rostfrei, mittlere Blätter Roststärke 1, jüngste Blätter rostfrei. Nur Uredo	Pflanzen fast 1½ m hoch — völlig rostfrei
7. Dezember 1909	Pflanzen mit 5—7 Blättern — die meisten Blätter rostfrei, die 1—3 ältesten Blätter zeigen Rost in Stärke 3—4. Nur Uredo	Pflanzen mit 5—7 Blättern — die meisten Blätter rostfrei, nur das älteste oder die beiden ältesten tragen in Spuren Rost. Nur Uredo	Pflanzen mit 4—6 Blättern — völlig rostfrei
4. Jan. 1910	noch nicht aufgelaufen	noch nicht aufgelaufen	noch nicht aufgelaufen
	Entwicklungsstadium und Rostbefall am 29./1. 1910.		
13. Oktober 1909	Pflanzen fast reif, Körner noch etwas weich — Rost sehr schwach, vor allem an jüngeren Blättern. Uredo und Teleuto	Körner noch klein — Rost sehr schwach (Stärke 2), hauptsächlich an jüngeren Blättern. Nur Uredo	Pflanzen über 2 m hoch, noch nicht blühend — vollständig rostfrei
5. November 1909	Körner zur vollen Größe entwickelt, aber noch weich — Rostbild unregelmäßig, die meisten Pflanzen nur schwach rostig (Stärke 3), einige jedoch ziemlich stark (Stärke 6). Rost vor allem an den jüngeren Blättern. Nur Uredo	Pflanzen in Blüte oder schon abgeblüht — ältere Blätter rostfrei, mittlere Blätter Roststärke 2, jüngere Blätter Roststärke 3—4, das jüngste Blatt oft noch rostfrei. Nur Uredo	Pflanzen etwa 2 m hoch, noch nicht blühend — vollständig rostfrei

7. Dezember 1909	Pflanzen in Blüte oder schon abgeblüht — Rost ziemlich stark (Stärke 5—6), im allg. alle Blätter rostig. Nur Uredo	Pflanzen durchschnittlich 1 m hoch, noch nicht blühend — ältere Blätter Roststärke 4, mittlere Blätter Roststärke 2, jüngste Blätter rostfrei. Nur Uredo	Pflanzen etwa 1 m hoch — fast ganz rostfrei, jedoch an einigen Blättern Rost gefunden (Stärke 1). Nur Uredo
4. Januar 1910	Pflanzen mit durchschnittl. 6 Blättern — die ältesten Blätter zeigen Rost in Stärke 4; die jüngeren sind rostfrei. Nur Uredo	Pflanzen mit durchschn. 6 Blättern — die ältesten Blätter zeigen Beginn von Rost (Stärke 2), die jüngeren sind gesund. Nur Uredo	Pflanzen mit 4—5 Blättern — vollständig rostfrei

Entwicklungsstadium und Rostbefall am 16./2. 1910.

13. Oktober 1909	Pflanzen totreif — Rost sehr schwach (Stärke 2), nur an wenigen Pflanzen etwas stärker. Nur Teleuto	Körner wässerig — Rost sehr schwach (Stärke 2), vor allem an jüngeren Blättern; fast nur Uredo, Teleuto jedoch schon im ersten Beginn	Pflanzen fast 2½ m hoch, noch nicht blühend — Rost vorhanden an mittleren Blättern, aber nur ganz vereinzelt (Stärke 1). Nur Uredo
5. November 1909	Pflanzen fast oder ganz reif — die meisten Pflanzen schwach rostig (Stärke 3), einige stärker. Uredo und Teleuto, letztere überwiegend	Pflanzen abgeblüht, Körner noch klein — ältere Blätter im allg. rostfrei, die übrigen Roststärke 3. Nur Uredo	Pflanzen fast 2½ m hoch, noch nicht blühend — Rost sehr schwach (Stärke 2) auf mittleren Blättern, ältere und jüngere Blätter rostfrei. Nur Uredo
7. Dezember 1909	Körner klein oder doch noch wässerig — auf allen Pflanzen starker Rostbefall (Stärke 6). Im allg. nur Uredo, etwas Teleuto	Pflanzen in Blüte oder unmittelbar davor — Abgesehen von den jüngsten 2 Blättern, die meist rostfrei sind, schwacher, aber regelmäß. Befall (Stärke 3). Nur Uredo	Pflanzen etwa 1¾ m hoch, noch nicht blühend — Rost sehr schwach (Stärke 2) an mittleren und älteren Blättern. Nur Uredo
4. Januar 1910	Pflanzen in Blüte — Rost ziemlich stark, abgesehen von den oft rostfreien jüngsten Blättern überall Roststärke 6. Nur Uredo	Pflanzen etwa 0,70 m hoch — die jüngsten 2—3 Blätter rostfrei, die übrigen rostig, Stärke 4—5. Nur Uredo	Pflanzen etwa 0,60 m hoch — Rost sehr schwach (Stärke 2) auf den unteren Blättern. Nur Uredo

Tabelle 12. (Fortsetzung.)

Datum der Saat	Entwicklungsstadium und Rostbefall am 9./3. 1910.		
	White Corn	Diente de caballo	Peruano
13. Oktober 1909	(schon geerntet) —	Körner fast reif — Rost sehr schwach. Fast nur Teleuto	Pflanzen etwa 2 ½ m hoch, die männlichen Blütenstände hervorschossend, aber noch nicht blühend. Die älteren Blätter vertrocknend, die übrigen kräftig grün — Rost sehr schwach (Stärke 2) auf mittleren und jüngeren Blättern. Nur Uredo
5. November 1909	(schon geerntet)	Körner noch sehr weich — ältere Blätter rostfrei, mittlere und jüngere Blätter Roststärke 3—4. Teleuto überwiegend, aber auch noch Uredo	etwa wie Aussaat vom 13. Oktober
7. Dezember 1909	Pflanzen totreif — Rostbefall stark (Stärke 6). Fast nur Teleuto	Körner noch klein und wässerig — Im allg. alle Blätter rostig, Stärke 4, auf älteren Blättern beginnende Teleutobildung, auf den übrigen nur Uredo	Pflanzen etwa 2 m hoch, noch nicht blühend — Rost sehr schwach (Stärke 2), unregelmäßig bald an jüngeren, bald an den älteren Blättern einer Pflanze. Nur Uredo
4. Januar 1910	Pflanzen längst abgeblüht, Körner aber noch klein — Rost sehr stark (Stärke 7). Fast nur Uredo.	Pflanzen in Blüte — im allg. alle Blätter rostig, Stärke 4—6. Nur Uredo	Pflanzen etwa 1 ¼ m hoch — Rost sehr schwach, aber etwas stärker als in den früheren Aussaaten (Stärke 3). Nur Uredo
	Entwicklungsstadium und Rostbefall am 21./3. 1910.		
13. Oktober 1909	(schon geerntet)	Pflanzen totreif — Rost sehr schwach. Nur Teleuto	Die männlichen Blütenstände blühend, die weiblichen noch nicht so weit — Rost sehr schwach auf mittleren und oberen Blättern (Stärke 2). Nur Uredo

5. November 1909	(schon geerntet)	Körner fast ganz reif — Rost schwach (Stärke 3). Fast nur Teleuto	Wie Aussaat vom 13. Okt., jedoch wurde an insgesamt 3 Stellen schwache Teleutobildung festgestellt
7. Dezember 1909	(schon geerntet)	Körner noch weich und zerdrückbar — Roststärke überall 3—4. An den oberen Blättern Uredo, an den unteren Teleuto überwiegend	Pflanzen etwa 2 m hoch, und nicht blühend — Rost sehr schwach (Stärke 2—3). Nur Uredo
4. Januar 1910	Körner voll entwickelt, aber noch weich und zerdrückbar — Rost sehr stark, Stärke 7. Uredo und Teleuto	Körner noch klein — alle Blätter rostig, Stärke 5—6. Abgesehen von einigen Blättern, wo ganz vereinzelt Teleuto, nur Uredo	Pflanzen etwa 1½ m hoch — Rost sehr schwach (Stärke 2—3). Die jungen Blätter ausnahmslos rostfrei. Nur Uredo

Entwicklungsstadium und Rostbefall am 10./4. 1910.

13. Oktober 1909	(schon geerntet)	(schon geerntet)	Die männlichen Blütenstände abgeblüht, die weiblichen noch blühend — Rost sehr schwach (Stärke 2). Nur Uredo
5. November 1909	(schon geerntet)	Pflanzen totreif — Rost nur auf mittleren und oberen Blättern, im allg. schwach. Nur Teleuto	Wie Aussaat vom 13. Okt.
7. Dezember 1909	(schon geerntet)	Pflanzen fast reif — Alle Blätter Roststärke 4. Fast nur Teleuto, hier und da noch etwas Uredo	Pflanzen etwa 2 m hoch, die männlichen Blütenstände hervorgeschoßt u. blüh. — Rost sehr schwach (Stärke 2). Nur Uredo
4. Januar 1910	Pflanzen totreif — Rost sehr stark, Stärke 7. Nur Teleuto	Körner noch weich und noch wässerig — gleichmäßiger Rostbefall in Stärke 5. Uredo u. Teleuto, Uredo überwiegend	Pflanzen etwa 1¾ m hoch, noch nicht blühend — Rost sehr schwach (Stärke 2), die jungen Blätter alle, die mittleren vielfach völlig rostfrei. Nur Uredo

über ceteris paribus ältere Entwicklungsstadien deutlich anfälliger sind als jüngere.

Zur Erklärung des jeweiligen Rostbildes müssen nun unzweifelhaft neben den „inneren Eigentümlichkeiten" der Nährpflanze auch die äußeren Umstände, vor allem die herrschenden klimatischen Verhältnisse herangezogen werden. Diese äußeren Faktoren bestimmen das Rostbild auf 2 Wegen: einmal in „direkter" Weise durch unmittelbare Beeinflussung der Entwicklung der Getreiderostpilze, indem z. B. Sporenverbreitung und Sporenkeimung in weitgehendem Maße von äußeren Verhältnissen abhängig sind; zweitens aber auf „indirektem" Wege in der Weise, daß die verschiedenen äußeren Verhältnisse die Nährpflanze so beeinflussen, daß sie sich, infolge dieser äußeren Beeinflussung, dem gleichen Rostpilz gegenüber verschieden verhält. Für das tatsächliche Vorhandensein von Dispositionsänderungen durch äußere Ursachen habe ich bereits an anderer Stelle (24) genügendes Beweismaterial zusammengetragen und mich auf Grund meiner eigenen Beobachtungen dem vor allem von Sorauer (52, 53) und neuerdings von Hiltner (32) vertretenen Standpunkt angeschlossen, wonach bei dem Zustandekommen von Rostepidemien auch Dispositionsänderungen der Getreidepflanzen durch die speziellen klimatischen und sonstigen Verhältnisse zur Erklärung heranzuziehen sind. Der gegensätzliche Standpunkt Klebahns (35, 36) läßt sich nicht mehr aufrechterhalten[1]; im übrigen lassen sich sogar bestimmte Beobachtungen Klebahns selber gar nicht anders deuten als durch das Vorhandensein einer Änderungsmöglichkeit der Disposition der Nährpflanze. Es sei hier auf die von diesem Autor (35, S. 190) ausdrücklich hervorgehobene Tatsache hingewiesen, daß „gesunde und kräftige Individuen stärker vom Rost befallen werden, so daß man bei künstlichen Infektionsversuchen unbedingt gut wachsender Pflanzen bedarf"; in diesem Satz liegt doch die Anerkennung, daß die gleiche Pflanze, je nach ihrem, von äußeren Verhältnissen abhängigen Zustand, verschieden disponiert sein kann. Schließlich sei hier auch noch auf die neuesten Feststellungen von Lang (38) hingewiesen, der eine deutliche Änderung der Disposition von Weizenpflanzen gegenüber Puccinia glumarum beobachten konnte, indem die gleichzeitige Anwesenheit von Tilletia tritici ein außerordentliches Steigen der Anfälligkeit gegenüber Puccinia glumarum bedingte.

So müssen wir zur Erklärung des jeweiligen Rostbildes auf einer bestimmten Getreidesorte einerseits das Vorhandensein innerer Eigentümlichkeiten („innere Disposition"), andererseits die Einwirkung bestimmter äußerer Momente („Disposition durch äußere Faktoren") verantwortlich machen. Auf das gegenseitige Verhältnis von innerlich begründeter und von äußerlich bedingter Disposition soll nun im folgenden näher eingegangen werden.

Es ist verständlich, daß Klebahn, der eine Dispositionsänderung durch äußere Ursachen ablehnt und nur eine solche aus inneren Eigentümlichkeiten (Sortenanfälligkeit) anerkennt, auch gleichzeitig betont, daß es sich bei der Sortenempfänglichkeit gegenüber echten Parasiten, wie Uredineen „um Erscheinungen ganz anderer Art" (36, S. 88 u. 99) handelt, als der, seiner Meinung nach nur angeblichen, Disposition durch äußere Verhältnisse. Auffallen muß es nun aber, daß auch diejenigen Autoren, welche neben der „inneren Disposition" auch das Vorhandensein einer Disposition aus äußeren Verhältnissen anerkennen, beide Erscheinungen als verschiedenartige Dinge oder doch wenigstens getrennt voneinander behandeln, indem insbesondere die innere Disposition als ein von äußeren Verhältnissen unabhängiger Faktor angesprochen wird. So unterscheidet z. B. Morgenthaler (44) in einer vor nicht langer Zeit erschienenen Arbeit ausdrücklich: „Neben einer durch die umgebenden Einflüsse geschaffenen Disposition der Nährpflanze kommt noch eine „innere Disposition" vor, die von äußeren Verhältnissen unabhängig ist." Auch nach Holdefleiß (33) muß die erbliche Widerstandsfähigkeit von einer scheinbaren Immunität durch äußere Verhältnisse wohl unterschieden werden.

---

[1] Es sei einmal darauf hingewiesen, daß negativen Befunden nicht die gleiche Beweiskraft zuerkannt werden darf, wie positiven. Aus den Angaben von Eriksson und Henning (16), Hiltner (32), Nilsson-Ehle (48), Gassner (27) u. a. sind genügend Fälle bekannt, in denen die Disposition der Nährpflanzen, je nach den äußeren Verhältnissen, schwankte; damit ist die Frage, ob eine Beeinflussung der Disposition durch äußere Verhältnisse besteht, in bejahendem Sinne entschieden, und es ist kein Gegenbeweis, wenn andere Autoren unter anderen Verhältnissen einen solchen Zusammenhang von Disposition und äußeren Verhältnissen nicht beobachten konnten.

Es fragt sich, ob diese Art der Gegenüberstellung von innerer und äußerlich bedingter Disposition berechtigt und zulässig ist. Es sei von einem Vergleich ausgegangen. In Primula sinensis haben wir nach E. Baur (2) eine Pflanze, die in einer rotblühenden und einer weißblühenden Rasse vorkommt; es liegen also „innere" Eigentümlichkeiten vor, welche sich vererben und die Blütenfarbe der betreffenden Rasse bestimmen. Andererseits hängt bei Primula sinensis die Blütenfarbe auch von der Einwirkung äußerer Faktoren ab, denn die rotblühende Rasse liefert rote Blüten nur, wenn sie bei normalen, d. h. nicht zu hohen Temperaturen gehalten wird, dagegen nicht bei höheren Temperaturen; im letzten Fall blüht sie ebenfalls weiß. Die jeweils zu beobachtende Farbe ist also stets ein Produkt aus inneren Eigentümlichkeiten der Pflanze und der Einwirkung äußerer Verhältnisse, und es würde uns als Unding erscheinen, die weiße Farbe aus „inneren", vererbbaren Eigentümlichkeiten („innere weiße Farbe" entsprechend der Wortbildung „innerer Disposition") einer weißen Farbe aus äußeren Ursachen als etwas artfremdes gegenüberzustellen.

Genau die gleiche Überlegung müssen wir nun aber auch in der Dispositionsfrage anstellen. Unter Disposition verstehen wir ja ebenfalls eine Eigenschaft der Pflanze, nämlich diejenige Eigenschaft, aus der heraus eine ganz bestimmte Anfälligkeit der betreffenden Nährpflanze resultiert (vgl. Sorauer, 52, 53). Diese Eigenschaft ist, genau wie die Blütenfarbe in dem obigen Beispiel, einerseits innerlich bedingt, andererseits aber von äußeren Umständen abhängig; innere Eigentümlichkeiten und äußere Verhältnisse wirken in jedem Fall und jedem Augenblick zusammen, und schaffen als ihr Produkt die Eigenschaft, die wir als Disposition gegenüber dem Rostpilz, als Rostempfänglichkeit oder Rostwiderstandsfähigkeit bezeichnen.

Aus dieser Überlegung folgt, daß es in Wirklichkeit jeweils nur eine Disposition des pflanzlichen Organismus geben kann, und daß die übliche Einteilung in „innere" Disposition und „Disposition aus äußeren Verhältnissen" ebensowenig den tatsächlichen Verhältnissen gerecht wird, wie es in dem obigen Beispiel eine Einteilung in eine „innere Farbe" und eine „Farbe aus äußeren Verhältnissen" sein würde. Die Bezeichnungen „innere Disposition" und „Disposition aus äußeren Verhältnissen" sind also wenig glücklich gewählt, aber sie sind nun einmal da, und wir müssen uns darauf beschränken, sie so zu gebrauchen, daß sie zu weiteren Mißverständnissen keinen Anlaß geben. Denn es läßt sich nicht leugnen, daß die bisherige Trennung und Gegenüberstellung von „innerer“ und „äußerlich bedingter“ Disposition in vielfacher Hinsicht Verwirrung angerichtet hat, die zum Teil gerade auf die nicht einwandfreie Ausdrucksweise zurückzuführen ist.

Eine andere Ursache ist allerdings die Tatsache, daß sich die verschiedene Rostanfälligkeit der einzelnen Getreidesorten, also ihre Disposition, zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Orten gemeinhin in demselben Sinne zeigt, was dazu verleitet hat, die Disposition als erblich fixierte innere Eigenschaft anzusehen, die der Einwirkung äußerer Faktoren entzogen ist. Demgegenüber sei also darauf hingewiesen, daß sich ganz allgemein nicht eine Eigenschaft, auch nicht die Eigenschaft einer bestimmten Disposition, vererbt, sondern daß die Reaktionsweise des Organismus das vererbbare Merkmal ist, d. h. die Art und Weise, mit welcher der Organismus auf die jeweiligen Außeneinflüsse in diesem oder jenem Sinne, im vorliegenden Falle im Sinne einer bestimmten Disposition gegenüber dem Rostpilz, reagiert. Wenn wir also beobachten können, daß sich unter bestimmten äußeren Verhältnissen verschiedene Generationen einer bestimmten Sorte dem Rostpilz gegenüber gleich verhalten, also in diesen Fällen gleich disponiert sind, so ist nicht die Disposition als solche das erbliche Merkmal, sondern die Fähigkeit des Organismus, auf die bestimmten Außenverhältnisse mit eben dieser Disposition zu reagieren.

Wenn wir uns hierüber klar sind, so ist es natürlich auch gestattet, von einer erblichen Disposition, von anfälligen oder nicht anfälligen Sorten, zu sprechen, wie ich das übrigens auch selbst tue. Wir verstehen dann eben in exakter Definition unter anfälligen oder widerstandsfähigen Sorten solche, die auf die äußeren Verhältnisse mit einer Disposition reagieren, welche diese Sorten anfällig oder aber widerstandsfähig erscheinen läßt. Stets aber müssen wir mit E. Baur (2, S. 9) daran festhalten, „daß das, was eine Spezies charakterisiert und was vererbt wird, stets nur eine bestimmte spezifische Art und Weise der Reaktion auf Außenfaktoren ist. Das Resultat der Reaktion, d. h. die äußeren Eigenschaften eines jeden einzelnen Individuums, hängen infolgedessen von zwei Dingen ab, erstens von der spezifischen ererbten Reaktionsweise der Spezies, zu der dieses Individuum gehört, und zweitens von den Außenbedingungen, unter denen sich das betreffende Individuum entwickelt hat“.

Eine derartige Betrachtungsweise der Disposition als pflanzlicher Eigenschaft wird auch ohne weiteres der Erscheinung gerecht, daß die Sortenempfänglichkeit sich nicht immer als absolut konstante Eigenschaft offenbart, sondern unter verschiedenen äußeren Verhältnissen in verschiedener Weise zutage treten kann. Es sei hier auf die älteren Beobachtungen von Eriksson und Henning (16) verwiesen, denen sich die neueren Feststellungen von Hiltner (32) und anderen anschließen. Auch Nilsson-Ehle (46, 47, 48) ist sich in seinen Untersuchungen über die Vererbung der Rostempfänglichkeit durchaus bewußt, daß äußere Bedingungen die Widerstandsfähigkeit einer Getreidesorte gegen Rost ändern können, und erwähnt, daß unter den bei Svalöf herrschenden Bedingungen fast immune Sorten unter anderen klimatischen Verhältnissen sehr anfällig sein können. „Der alte, im mittleren Schweden angebaute schwedische Sammetweizen hat sich bei Svalöf auch in den Jahren 1898, 1903 und 1904 als besonders resistent erwiesen, wird dagegen im mittleren Schweden stets stark

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

befallen usw." Daher nennt Nilsson-Ehle zwar „die spezifische Resistenz gegen Gelbrost eine der betreffenden Linie ganz charakteristische Eigenschaft", fügt aber gleichzeitig einschränkend hinzu, „die sie (d. h. die betreffende Linie) auf einem gegebenen Platz Jahr für Jahr treu behält". — Von meinen eigenen Beobachtungen sei als besonders typisches Beispiel nochmals hervorgehoben, daß die deutschen Hafersorten sich im subtropischen Klima während des größten Teiles des Jahres gegen Puccinia coronifera ungleich anfälliger erwiesen als der Uruguayhafer, daß sich die Unterschiede jedoch in einer Jahreszeit, nämlich im Hochsommer, fast vollständig verwischen. Ebenso war auch die Sortenempfänglichkeit der untersuchten Weizensorten in den verschiedenen Jahreszeiten weder absolut noch relativ gleich, was eben darauf hindeuten muß, daß die Sortenempfänglichkeit nicht nur von inneren Eigenschaften der Weizenpflanzen, sondern von der Art und Weise bestimmt wird, mit welcher die einzelnen Sorten auf die jeweiligen äußeren Verhältnisse reagieren.

Daher dürfen wir zum Verständnis der Erscheinung der Sortenempfänglichkeit nicht „innere Disposition" und „Disposition durch äußere Verhältnisse" trennen, sondern müssen davon ausgehen, daß die unter bestimmten äußeren jeweils zu beobachtende eine Disposition der Nährpflanze ein Produkt dieser äußeren Verhältnisse und der ererbten Reaktionsweise des Organismus ist. Eine derartige Betrachtungsweise ist, wie die folgenden Ausführungen zeigen mögen, nicht störend, sondern gibt uns sogar eine gewisse Möglichkeit in die Hand, bestimmte Beziehungen zwischen Sortenempfänglichkeit und physiologischen Eigentümlichkeiten der Nährpflanze verständlich zu machen.

Als Beispiel sei von der Tatsache ausgegangen, daß die Disposition einer einzelnen Getreidepflanze oder -sorte in hohem Maße durch die jeweiligen klimatischen Faktoren bestimmt wird, und zwar sei die an anderer Stelle (Gassner, 24) ausführlich diskutierte Erscheinung, daß die Rostanfälligkeit bei höheren Temperaturen vielfach eine größere ist als bei niederen, als Ausgangspunkt gewählt. Eine bestimmte Pflanze sei, wie das z. B. bei Weizen beobachtet ist, bei wärmerem Wetter stärker rostanfällig als bei kälterem. Wenn nun, wie das Verhalten einer einzelnen Getreidepflanze und -sorte zeigt, die Frage der Disposition von der Höhe der Temperaturverhältnisse abhängig ist, so ist weiter anzunehmen, daß 2 Weizensorten bei sonst völlig gleichen Eigenschaften und unter jeweils gleichen Temperaturverhältnissen eine verschiedenartige Rostempfänglichkeit zeigen, nämlich dann, wenn sie verschiedene Temperaturansprüche aufweisen; denn die Einwirkung der gleichen Temperatur muß für Pflanzen, die an verschiedene Temperaturen gewöhnt sind, auch verschieden bewertet werden. Pflanzen, die an kältere klimatische Bedingungen gewöhnt sind, werden eine bestimmte Temperatur bereits als relativ hoch „empfinden", während diese für Pflanzen höherer Temperaturbedürfnisse noch nicht als zu hoch zu bezeichnen ist.

Aus der experimentell einwandfrei feststellbaren Tatsache, daß die Rostanfälligkeit einer bestimmten Weizensorte mit steigender Temperatur steigt, läßt sich also der weitere Schluß ziehen, daß bei Sortenanbauversuchen unter gleichen Temperaturverhältnissen diejenigen Weizensorten eine höhere Anfälligkeit aufweisen, die sonst völlig gleich, aber, sei es dauernd, sei es in bestimmten Entwicklungsstadien, niedere Temperaturverhältnisse beansprochen. Angenommen, die Sommerweizen sind Pflanzen höherer, die Winterweizen Pflanzen niederer Temperaturansprüche, so müssen unter gleichen klimatischen Verhältnissen die letzteren eine höhere Rostanfälligkeit aufweisen.

Die Frage, worin sich Winter- und Sommergetreide, z. B. Winter- und Sommerweizen unterscheiden, wird im allgemeinen dahin beantwortet, daß die Winterweizen Pflanzen langer, die Sommerweizen solche kürzerer Vegetationsdauer darstellen, eine Auffassung, die wir z. B. bei Tschermak (58) klar ausgesprochen finden. Demgegenüber habe ich bereits an anderer Stelle (20) darauf hingewiesen und dies später (22) nochmals ausdrücklich betont, daß wir die eigentlichen Unterschiede in anderen Momenten zu suchen haben: Winterweizen sind solche Weizen, die in ganz bestimmter Weise niederen, Sommerweizen solche, die höheren Temperaturen angepaßt sind. Denn die Winterweizen sind imstande, tiefe Temperaturgrade zu ertragen, ja noch mehr: sie verlangen die Einwirkung von tiefen Temperaturen zu ihrer normalen Entwicklung, da sie ohne solche nicht zum Schossen schreiten. Ganz anders die frostempfindlichen Sommerweizen, die auch ohne Einwirkung niederer Temperaturen zum Ausschossen kommen. Die Unterschiede der Vegetationsdauer sind also das Sekundäre, „Frosthärte“ und „Kältebedürfnisse“ das Primäre. Winterweizen sind Weizen kälterer, Sommerweizen solche wärmerer klimatischer Bedingungen, wobei sich auch innerhalb der beiden Gruppen noch feinere Unterschiede, z. B. in der größeren oder geringeren Frosthärte, bemerkbar machen. Die Unterschiede der Anpassung an verschiedene Wärmegrade erstrecken sich im übrigen auf die verschiedenen Lebensperioden; so vollziehen sich nicht nur die Phasen der Bestockung, sondern auch die Blüte- und Reifevorgänge bei Winterweizen normalerweise bei tieferen Temperaturen als bei Sommerweizen.

So läßt sich in der Tat die höhere Anfälligkeit der deutschen Winterweizen gegenüber den deutschen Sommerweizen mit ihren verschiedenen Wärmeansprüchen in Verbindung bringen, wenn man davon ausgeht, daß die Anfälligkeit einer Pflanze mit steigender Temperatur zunimmt. Selbstverständlich müssen wir dabei die Annahme machen, daß die einzelnen Sorten sich sonst, d. h. abgesehen von ihren klimatischen Ansprüchen, sich völlig gleich verhalten. Das ist bei denjenigen Sorten in weitgehendem Maße der Fall, die nachweislich gleichen Ursprungs sind, so z. B. bei Kirsches Sommer-Squarehead, der aus einem bekannten Winter-Squarehead, oder beim Petkuser Sommerroggen, der aus dem Petkuser Winterroggen herausgezüchtet ist. Nicht zulässig ist natürlich ein direkter Vergleich von Sorten, die sich nicht nur klimatologisch-physiologisch, sondern auch anderweitig, vor allem in ihrer morphologisch-systematischen Stellung, voneinander unterscheiden. In einem solchen Fall ist von vornherein anzunehmen, daß ein Vergleich von Sommer- und Wintergetreide nicht mehr zu eindeutigen Ergebnissen führt. In der Tat lassen die weiter oben mitgeteilten Beobachtungen des Rostverhaltens von Weizensorten dann keine Gesetzmäßigkeit des Rostbefalles zwischen Winter- und Sommertypus erkennen, wenn Sorten von Triticum sativum, T. durum und T. turgidum in beliebigen Vergleich gesetzt werden.

Es war im obigen davon ausgegangen, daß eine richtige Auffassung der Disposition als Produkt innerer vererbbarer Eigentümlichkeiten und der Einwirkung äußerer Faktoren die Inangriffnahme des Problems der Rostanfälligkeit nicht stört, sondern fördert, indem uns die experimentell mögliche Feststellung der Einwirkung äußerer Faktoren zu gewissen Rückschlüssen auf die inneren, vererbbaren Eigentümlichkeiten der Pflanzen verhelfen kann. Vor allem ermöglicht uns eine derartige Betrachtungsweise ein besseres Verständnis der oft recht auffälligen Korrelationen zwischen Rostempfänglichkeit und physiologischen Eigentümlichkeiten der Nährpflanze. Von meinen eigenen Beobachtungen sei hier vor allem noch auf das Verhalten der Maissorten verwiesen; stark anfällig erwiesen sich die frühreifenden Maissorten, sehr widerstandsfähig die spät reifenden. Maissorten kurzer Vegetationsdauer sind aber solche, die noch in einem relativ kühlen Klima zur Reife kommen, während solche langer Vegetationsdauer nur in wärmeren Ländern bestehen können. So kommen frühreifende Maissorten noch im kälteren Klima Mitteldeutschlands zur durchaus normalen Reife, während für die Wärmeansprüche des in den Tropen kultivierten Perumais schon das subtropische Klima Uruguays nicht mehr ausreichend ist.

Von fremden Beobachtungen sei in diesem Zusammenhang auf gewisse Feststellungen von Eriksson und Henning (16, S. 341) verwiesen, nach denen frostharte Winterweizen eine höhere Gelbrostempfänglichkeit aufweisen als weniger kälteresistente; die ersteren sind nach dem obigen durch höhere Kältebedürfnisse ausgezeichnet als die letzteren. Ebenso erklärt sich vielleicht die Beobachtung der gleichen Autoren (16, S. 352), daß die frühreifenden Sommerweizen eine höhere Gelbrostempfänglichkeit aufweisen als die spätreifenden in derselben Weise, denn das Leben der ersteren spielt sich, wenigstens was Schossen, Blühen und Reife anbetrifft, im allgemeinen bei nicht so hohen Temperaturen ab als die entsprechenden Vorgänge bei spätreifenden Sommergetreide.

In viele dieser offensichtlichen Wechselbeziehungen zwischen physiologischen Eigentümlichkeiten der Nährpflanze und Frostdisposition wird uns das Prinzip, die Ursachen der Sortenempfänglichkeit in der gleichen Richtung zu suchen, wie die Gründe einer Beeinflussung der Anfälligkeit durch äußere Faktoren, einen Einblick verschaffen. Selbstverständlich sind die Beziehungen zwischen Anfälligkeit und Wärmebedürfnissen der betreffenden Getreidesorten nicht die alleinigen, die wir berücksichtigen müssen; sie sind im obigen nur als Beispiel wiedergegeben. Daß noch andere Beziehungen bestehen, ist ohne weiteres anzunehmen, denn nach den an früherer Stelle (Gassner, 24) ausführlich wiedergegebenen Untersuchungen besteht die Beeinflussung der Rostanfälligkeit durch äußere Faktoren nicht nur in einer Einwirkung höherer oder niederer Temperaturen. Auch andere klimatische Einwirkungen, in die wir zum großen Teil noch keinen näheren Einblick haben, sind zu berücksichtigen, des weiteren aber auch Momente, wie die Bodenfeuchtigkeit, die ebenfalls die Rostanfälligkeit zu bestimmen vermag. Bei dieser Vielseitigkeit kann es nicht überraschen, daß sich auch die im folgenden näher zu besprechende Frage nach den Ursachen der verschiedenen Sortenempfänglichkeit nicht als einfaches Problem darstellt, ebenso wie auch die nähere Untersuchung der Vererbung der Rostempfänglichkeit überaus komplizierte Verhältnisse zutage gefördert hat. Denn nach den neueren Untersuchungen von Nilsson-Ehle (48) unterliegt die Vererbung der Disposition recht verwickelten Spaltungsgesetzen und vollzieht sich auf jeden Fall in einer ungleich komplizierteren Weise als es nach den älteren Untersuchungen Biffens (3, 4) angenommen werden konnte.

2. Über die Ursachen der Rostempfänglichkeit und der Sortendisposition.

Nachdem im vorigen der Begriff der Disposition als pflanzlicher Eigenschaft näher umschrieben und auf die Abhängigkeit der Disposition einerseits von der inneren vererbbaren Reaktionsweise des Organismus, andererseits von der Einwirkung äußerer Faktoren hingewiesen ist, kann nunmehr auf die Frage eingegangen werden, in welcher Richtung wir die kausale Erklärung für das Zustandekommen der Erscheinung der Rostwiderstandsfähigkeit bzw. der Rostanfälligkeit zu suchen haben.

Nach der älteren Auffassung von Cobb (8) bedingen anatomische Strukturverhältnisse, wie Dicke der Epidermiswände, Zahl der Spaltöffnungen, „Bereifung", die Frage der Rostwiderstandsfähigkeit. Eine derartig rein mechanische Erklärung wird auch heute noch allgemein für das Zustandekommen der Sporidieninfektion angenommen, indem die Sporidien deshalb nur junge Pflanzenteile infizieren sollen, weil sie bekanntlich durch die Epidermis eindringen, „deren Membranen mit zunehmendem Alter fester werden" (Klebahn, 35, S. 190). Auch andere Beobachtungen liegen vor, nach denen unter gewissen Verhältnissen mechanische Hemmungen beim Eindringen der Keimschläuche für den Erfolg der Infektion von Bedeutung sein sollen. Für die Äcidieninfektion von Peridermium Pini (Willd.) Kleb. hat vor kurzem Haack (30) den Nachweis versucht, daß „kleine Wundstellen . . . eine besondere Rolle bei der Infektion spielen".

Andererseits ist bereits von verschiedenen Seiten, und gerade für die Getreideroste, der Nachweis erbracht, daß die mechanische Hypothese Cobbs zur Erklärung der Erscheinung der Sortenempfänglichkeit nicht geeignet ist. Es sei zunächst auf die älteren Ausführungen von Eriksson und Henning (16, Abschn. II, 15) verwiesen; weiter hat Marshal Ward (60) wichtiges Beweismaterial gegen Cobb herbeigeschafft, und auch die neuesten Feststellungen von Litwinow (40), Wawilow (62) und von Kirchner (34) lassen eine rein mechanische Erklärung der Rostempfänglichkeit als unhaltbar erscheinen. So kann ich von der Wiedergabe einiger eigener, im Jahre 1907 durchgeführter Untersuchungen über Beziehungen zwischen Blattbau und Rostanfälligkeit absehen und mich auf den kurzen Hinweis beschränken, daß sich solche Beziehungen nicht ausfindig machen ließen, und daß vielmehr eine ganze Reihe der in den südamerikanischen Versuchen zutage getretenen Erscheinungen, vor allem die Verschiedenheit der Anfälligkeit der gleichen Pflanzen bei einem Wechsel der äußeren Faktoren, die in bestimmten Fällen beobachtete höhere Anfälligkeit älterer Pflanzen gegenüber jüngeren, die oft gegensinnige oder doch verschiedenartige Anfälligkeit der gleichen Pflanze gegenüber verschiedenen Rostpilzen (vgl. Puccinia coronifera und P. graminis auf Haferpflanzen) und anderes mehr mit der von Cobb vertretenen Auffassung unvereinbar sind.

Darüber hinaus muß es übrigens sogar fraglich erscheinen, ob die landläufige und z. B. auch von Klebahn (35) akzeptierte, im obigen erwähnte Auffassung vom Zustandekommen der Sporidieninfektion richtig ist. Gegen die Tatsache, das nur die mit zunehmendem Alter fester werdende Membran die in die Epidermis eindringenden Sporidienschläuche zurückhalten und so eine Infektion älterer Pflanzenteile verhindern, sprechen einige im Juni 1913 in Rostock durchgeführte Versuche, in denen Infektionen mit Sporidien von Teleuto graminis auf älteren Teilen von Berberis vulgaris auch an denjenigen Stellen nicht gelangen, an denen die Epidermis durch dünne Flächenschnitte ganz oder bis auf ein dünnes Häutchen entfernt war bzw. durch Ritzen der Pflanzenteile offene Eintrittspforten geschaffen waren. Der wirkliche Grund der Widerstandsfähigkeit älterer Gewebe scheint also auch hier „tiefer" zu liegen.

Für die Infektionsbedingungen verschieden resistenter Getreidesorten müssen wir das nach den obigen Ausführungen als sicher annehmen; es sei weiter erwähnt, daß auch Biffen (3, 4, 5) eine Abhängigkeit der Rostempfänglichkeit von morphologischen Merkmalen ablehnt, ebenso wie auch Nilsson-Ehle (48) die Faktoren, welche die Widerstandsfähigkeit gegenüber dem Rostpilz bestimmen, nicht in dem Vorhandensein morphologischer Schutzeinrichtungen, sondern in erster Linie in der schwankenden Beschaffenheit des Zellinhaltes sucht. Damit aber müssen wir die Frage der verschiedenen Anfälligkeit als ein physiologisches Problem auffassen, und da es sich bei dieser Frage um das gegenseitige Verhältnis von zwei Organismen, Wirtspflanze und Parasit, zueinander handelt, als ein zweiseitiges Problem, bei dem beide Seiten, das Verhalten des Wirtes und die Physiologie des Pilzes, in gleicher Weise gewürdigt werden müssen.

Über die Physiologie der Rostpilze wissen wir bisher sehr wenig, da es bisher nicht gelungen ist, diese streng obligaten Parasiten auf den bekannten toten Nährböden zu züchten und so ihr Verhalten und ihre Ernährungsbedingungen zu prüfen. Im Hinblick darauf, daß wir bisher auf die Untersuchung des Verhaltens der Pilze auf lebenden Pflanzen angewiesen sind, also einem Substrat, dessen Zusammensetzung einmal, je nach den äußeren Verhältnissen, stark schwankt und uns vor allem unbekannt ist, können wir eine Umschreibung der wirklichen Eigenschaften der Rostpilze nicht geben, sondern müssen uns in der Hauptsache auf Überlegungen und Feststellungen mehr allgemeiner Natur beschränken. Hierhin gehören in erster Linie die Ausführungen Nolls (49) über die dem Pilz zuzuschreibenden, ein Parasitieren des Pilzes in der Nährpflanze ermöglichenden Kräfte, wonach die kryptogamischen Parasiten „vornehmlich kraft der embryonalartigen Beschaffenheit ihres Plasmas auf ihren Wirten schmarotzen", in derselben Weise, wie das embryonale Gewebe auf den somatischen Teilen der Pflanze zu schmarotzen imstande ist. In der gleichen Richtung bewegen sich die Untersuchungen MacDougals (13) über die Grundbedingungen parasitischer Lebensweise: die Zellen des Parasiten müssen höhere osmotische Kräfte aufweisen als die der Nährpflanze, um ein Parasitieren auf derselben zu ermöglichen. Andererseits müssen wir natürlich auch mit Anpassungserscheinungen der Rostpilze an chemische Eigentümlichkeiten des Substrates rechnen, da die von Noll und Dougal geforderten embryonalen und osmotischen Eigenschaften unmöglich ausreichen, um die Abhängigkeit des Parasiten von der Nährpflanze und Erscheinungen, wie die Sortenempfänglichkeit und Spezialisierung, in genügender Weise zu erklären.

Daß die Ernährungsansprüche der einzelnen Rostpilze verschiedenartige sind, können wir schon aus der Tatsache ihrer Anpassung an verschiedenartige Nährpflanzen schließen; aber auch bei einem Auftreten verschiedener Rostpilze auf der gleichen Pflanze können sich noch Unterschiede bemerkbar machen, die Rückschlüsse auf physiologische Verschiedenheiten der Parasiten gestatten. Es ist bereits an anderer Stelle (Gassner, 25) darauf hingewiesen, daß z. B. die Bedingungen der Teleutosporenbildung bei verschiedenartigen Getreiderosten, trotz Vorkommens auf der gleichen Nährpflanze, etwas verschiedene sind. Ein Vergleich von Puccinia graminis mit P. triticina auf Weizen und von Puccinia graminis mit P. coronifera auf Hafer zeigt, daß Puccinia triticina und P. coronifera annähernd gleiche Bedingungen der Teleutosporenbildung haben, denen als andersartiger Typ Puccinia graminis gegenübersteht. Da nun weiter (Gassner, 24) die Bedingungen der Teleutosporenbildung gleichzeitig die Frage der Infektionsmöglichkeit älterer, dem Abschluß ihrer Lebensperiode zustrebender Pflanzenteile charakterisieren, so folgt, daß Puccinia triticina und P. coronifera ähnliche und von Puccinia graminis abweichende Lebensbedingungen aufweisen. Damit in Übereinstimmung (Gassner, 26) steht die Tatsache, daß nur die beiden ersteren während des ganzen subtropischen Winters in Uredosporenform zu existieren vermögen, während Puccinia graminis mit dem Übergang zur kälteren Jahreszeit spurlos verschwindet und eine bei Puccinia triticina und P. coronifera fehlende oder zurücktretende, ganz auffällige Abhängigkeit ihres Auftretens vom jeweiligen Entwicklungsstadium der Nährpflanze aufweist. Alle diese Unterschiede lassen uns die in den oben erwähnten Versuchen zutage getretene Erscheinung der verschiedenen Rostanfälligkeit einer bestimmten Getreidesorte gegenüber Puccinia graminis und P. triticina bzw. P. coronifera verständlicher erscheinen, wenn sie uns natürlich eine wirkliche Erklärung nicht zu bieten vermögen.

Zu einem tieferen Verständnis der bei dem Problem der Sortenanfälligkeit in Betracht kommenden Momente ist es notwendig, den Infektionsvorgang selbst in seine verschiedenen Phasen zu zerlegen. Zum Zustandekommen einer Infektion ist sowohl das Eindringen des Pilzes in die Nährpflanze, ebenso wie seine Fähigkeit, sich auf Kosten der befallenen Pflanze zu ernähren, in gleicher Weise erforderlich. René Maire (41) nennt „totale“ Immunität solche, bei welcher die Keimschläuche nicht oder nicht genügend, d. h. nur in die Epidermiszelle bzw. in die Atemhöhle der Spaltöffnungen eindringen; partielle Immunität ist für ihn solche, bei welcher die Infektion mit der Ausbildung eines sterilen Mycels vorzeitig zum Abschluß kommt.

Da ein Auskeimen der Rostsporen, und zwar speziell auch der Uredosporen der Getreiderostpilze, sich auch in reinem Wasser vollzieht, so darf angenommen werden, daß ein Auskeimen auf den verschiedensten feuchten Pflanzenteilen stattfindet, unabhängig davon, ob diese später dem Pilze ein geeignetes Substrat abgeben oder nicht. Die Frage der Anfälligkeit wird also frühestens im Augenblick des Eindringens der gebildeten Keimschläuche entschieden, wobei nach Klebahn (35, S. 34) „das ausgeprägte Wahlvermögen der Rostpilze in bezug auf ihre Wirte“ dafür spricht, daß „auch bei dem Eindringen durch die Spaltöffnungen Beeinflussungen der Keimschläuche durch den Wirt stattfinden“. Daß weiter „bei dem direkten Eindringen der Keimschläuche eine wechselseitige Beeinflussung von Wirt und Parasit zur Geltung kommt, versteht sich eigentlich von selbst, da die Keimschläuche beim Durchbohren der Zellwände eine lösende Wirkung ausüben müssen“.

Wenn auch wohl beim Eindringen der Pilze in das Innere der Pflanze gewisse, z. B. chemotropische oder hydrotropische Beeinflussungen vorliegen können, in bestimmten Fällen wohl auch die allgemeinen Bauverhältnisse

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

der befallenen Pflanzen eine Rolle spielen mögen, so erscheint es doch nicht möglich, was übrigens auch Klebahn nicht tut, die verschiedene Rostwiderstandsfähigkeit in erster Linie auf diesen Faktor zurückzuführen. Insbesondere lassen sich gegen die Annahme, daß bei rostwiderstandsfähigen Pflanzen ein Eindringen des Pilzes in das Innere der Pflanzen überhaupt nicht stattfindet, eine ganze Reihe von Beobachtungen anführen, die zeigen, daß ein Rostpilz wohl eindringt, dann aber nicht die geeigneten Ernährungsbedingungen findet und teils mit, teils ohne Erzeugung von Flecken abstirbt. Klebahn (35, S. 36) selbst erwähnt einige sehr schöne Beobachtungen dieser Art an Polygonatum-Pflanzen, aber auch bei den Getreidepflanzen handelt es sich um eine bekannte Erscheinung, wie schon die eine Reihe von Jahren zurückliegenden Angaben von Bolley (6) und Marshal Ward (59) zeigen: an den nicht gelungenen Infektionsstellen bilden sich an Stelle von Rostlagern nur gelbliche Flecken, deren Gewebe unter Braunfärbung teilweise abstirbt. Von neueren Beobachtern seien Litwinow (40) und Wawilow (62) erwähnt, die über derartige partielle Infektionen bei rostwiderstandsfähigen Weizensorten gegenüber Puccinia triticina berichten. Ähnliche Feststellungen habe ich in meinen südamerikanischen Beobachtungen ebenfalls sehr häufig machen können, am auffälligsten an dem gegen Puccinia coronifera relativ widerstandsfähigen Uruguayhafer. Bei der Infektion durch Uredo coronifera kommt es hier sehr oft nicht zur Ausbildung von Rostlagern an den Infektionsstellen, sondern nur zum Entstehen gelblicher Flecken. Ähnliche Flecken mit äußerst kleinen, zuweilen nur bei Lupenvergrößerung sichtbaren, Rostlagern vermitteln den Übergang zu den voll gelungenen Infektionen.

Von weiteren Beobachtungen sei ferner auf die interessanten Untersuchungen Tischlers (56, 57) über das Verhalten von Uromyces Pisi auf Euphorbia Cyparissias verwiesen, die ebenfalls zeigen, daß es mit dem Eindringen des Pilzes in die Nährpflanze allein nicht getan ist. Ebenfalls hervorzuheben sind die Feststellungen E. Fischers (18), nach denen die Mespilus-Epidermis der Periklinalchimäre Crataegomespilus Asnieresii kein Hindernis für die Infektion der inneren Crataegusteile durch Gymnosporangium confusum darstellt, obwohl Mespilus selbst von diesem Pilz nicht befallen wird. Und auch speziell für die Getreideroste liegen bereits, vor allem in den Untersuchungen von Marryat (42) weitere detaillierte Angaben vor, nach denen die Frage der Infektionsfähigkeit und Rostanfälligkeit erst im Innern der Nährpflanze entschieden wird: die Hyphen von Puccinia glumarum vermögen wohl durch die Spaltöffnungen der widerstandsfähigen Pflanze einzudringen, jedoch wird ihr Wachstum in irgendeiner Weise dann aufgehalten.

Auch die sorgfältigen Untersuchungen von Gibson (28) mit verschiedenen Uredineen und von Stakman (51) über das Verhalten von Puccinia graminis auf nicht anfälligen Getreidesorten zeigen, daß die Frage der Infektionsfähigkeit nicht eine Frage des Eindringens oder Nichteindringens der Keimschläuche, sondern der Beschaffenheit des Nährbodens ist, den der Pilz im Innern der Pflanze antrifft. Es scheinen in dieser Beziehung ähnliche Verhältnisse vorzuliegen, wie bei der Verbreitung der höheren Pflanzen. Pilzsporen und Samen stimmen darin überein, daß sie eine bestimmte Menge von Nährstoffen enthalten, welche die erste Entwicklung der jungen Organismen unabhängig gestalten. Daher kann Keimung auch auf einem untauglichen Medium erfolgen, ebenso Eindringen in dasselbe; die Standortsverhältnisse müssen dagegen ihren Einfluß in entscheidender Weise bemerkbar machen, wenn die im Samen bzw. in der Spore enthaltenen Reservestoffe aufgezehrt sind und der junge Organismus auf eigene Füße gestellt wird. Als totale Immunität der Nährpflanze können wir dann in gewisser Abänderung der von René Maire (41) gebrauchten Bezeichnung, den Fall ansprechen, daß der Rostpilz nach dem Aufzehren der Reservestoffe überhaupt nicht imstande ist, sich irgendwelche Nährstoffe aus der Wirtspflanze zu erschließen, als partielle Immunität den Fall, daß der Pilz noch in gewisse, aber unzulängliche Beziehungen zur Wirtspflanze zu treten vermag. Im ersten Fall kann sich ein Erfolg der mißglückten Impfung überhaupt nicht äußerlich bemerkbar machen, im Fall der partiellen Immunität wird es jedoch immerhin noch zur Ausbildung eines größeren, jedoch nicht mehr fruktifizierenden und darum nur noch Blattflecken erzeugenden Myceliums kommen.

Es ist bereits oben darauf hingewiesen, daß derartige Blattflecken an rostwiderstandsfähigen Sorten seit längerem die Aufmerksamkeit der Beobachter auf sich gelenkt haben. Allerdings werden sie, nach dem Vorgang von Marshal Ward (59, 60, 61), meistens ganz anders gedeutet: die Verfärbung und das Absterben der Gewebe (Blattverfärbung und Absterben sind übrigens durchaus nicht identisch!) an derartig mißglückten Infektionsstellen soll kein Anzeichen eines ungenügenden, sondern eines ganz übermäßig starken Pilzangriffes sein, und die Ausbildung von Rostlagern soll deshalb unterbleiben, weil der Pilz als obligater Parasit aus diesen zu stark angegriffenen und vorzeitig abgetöteten Zellen keine Nahrung mehr zu entnehmen vermag. Die Rostwiderstandsfähigkeit solcher resistenten Getreidesorten besteht dann also sozusagen in ihrer übergroßen Anfälligkeit.

Die von Ward zur Stützung seiner Hypothese herangezogenen Beobachtungen des Verhaltens von Puccinia glumarum auf widerstandsfähigen Weizensorten haben neuerdings in den Untersuchungen von Stakman (51) über Puccinia graminis eine Bestätigung gefunden, so daß die Wardsche Hypothese auch in den unlängst erschienenen Untersuchungen von Kirchner (34) entsprechend übernommen ist. Gegenüber der von Ward ausgesprochenen Hypothese müssen jedoch einige wichtige Bedenken geltend gemacht werden. Zunächst sei darauf hingewiesen, daß das Auftreten derartiger Flecken auf rostwiderstandsfähigen Sorten ein relativ seltenes ist. Während z. B. im Oktober 1909 auf jeder Blattspreite einer der unter Puccinia coronifera schwer leidenden mitteleuropäischen Hafersorten hunderte von wohlgelungenen Infektionsstellen vorhanden waren, zeigte der gegen Puccinia coronifera widerstandsfähigere Uruguayhafer zur gleichen Zeit auf den entsprechenden Pflanzenflächen nur einige wenige, kleine Rostlager und wenige gelbliche oder vergilbende Flecken. Diese Beobachtung widerspricht der Annahme, daß es sich um einen zu heftigen Angriff des Pilzes handelt, denn im letzteren Fall müßte die Zahl der Flecken doch zum mindesten die gleiche sein wie auf den Blättern der zuerst erwähnten deutschen Hafersorten.

Zahl und Größe der Rostlager bedingen das Rostbild; bei stark anfälligen Sorten können wir neben einer höheren Zahl von Infektionsstellen auch stets eine bedeutendere Größe der Rostlager beobachten. So wiesen z. B. im Oktober 1909 die zahlreichen Rostlager auf Hafer Beseler II eine Größe von etwa ½—1½ × 1—8 mm und mehr auf, die ungleich selteneren Lager des widerstandsfähigen Uruguayhafers im allgemeinen eine maximale Größe von nur ½ × ¾ mm. Betrachten wir diese kleinen und seltenen Lager in natürlicher Weise als Ausdruck einer größeren Widerstandsfähigkeit im Vergleich zu Hafer Beseler II, so können wir doch die selteneren, blattfleckenartigen Verfärbungen, die zudem mit den kleinen Rostlagern von ½ × ¾ mm durch die Übergänge von Verfärbungen mit kleinsten, kaum sichtbaren Rostlagern verbunden sind, nur in der Richtung deuten, daß es sich bei diesen Flecken um eine noch höhere, im obigen als partielle Immunität bezeichnete Widerstandsfähigkeit, nicht aber um eine aufs äußerste gesteigerte Anfälligkeit handelt. Damit in Übereinstimmung steht die Tatsache, daß zuweilen ganz leichte Verfärbungen beobachtet wurden, die wieder verschwanden; die in einigen Fällen vorgenommene mikroskopische Untersuchung zeigte an solchen Stellen Reste von Pilzmycel. In Infektionsversuchen des Winters 1909 mit Uredo coronifera auf Uruguayhafer wurde außerdem noch festgestellt, daß es an den Infektionsstellen zuweilen nicht einmal zur Ausbildung eines bleibenden oder wieder verschwindenden Blattfleckens kam, sondern daß ein bloßes Eindringen der Keimschläuche erfolgte, ohne daß sich eine sonstige Einwirkung des eingedrungenen Pilzes auf die Zellen der Wirtspflanze zu erkennen gab; das eingedrungene Mycel starb vielmehr unter sichtlichen Erscheinungen des Nahrungsmangels vorzeitig ab. Hier haben wir also Übergänge von partiellen Infektionen zu totaler Immunität in dem oben angedeuteten Sinne, unmöglich aber einen unvermittelten Sprung von übergroßer Anfälligkeit zu totaler Immunität der Nährpflanze.

Die Annahme der von Ward ausgesprochenen Hypothese würde im übrigen auch in der Frage der Spezialisierung der Rostpilze zu ganz unglaubhaften Schlußfolgerungen führen. Es ist weiter oben schon auf die von Klebahn (35, S. 36) mit Sporidien von Puccinia Convallariae-Digraphidis auf Polygonatumpflanzen erhaltenen Blattfleckenartigen Infektionen hingewiesen; ich selbst habe ähnliches bei dem Übergehen von Puccinia triticina auf Roggen (Gassner, 23, S. 319) mehrfach feststellen können: soweit überhaupt ein Erfolg der Infektion sichtbar wurde, kam es entweder zur Ausbildung kleiner Blattflecken ohne Uredobildung, oder aber die Flecken wiesen in ihrer Mitte winzige, meist nur etwa ¼ × ¼ oder ¼ × ½ mm große Rostlager auf, während die Rostlager des gleichen Pilzes auf jeder Weizensorte ungleich größer waren. Wir können doch unmöglich das nur ganz vereinzelte Übergehen von Puccinia triticina auf Roggen deshalb mit einer anormal großen Anfälligkeit des letzteren in Zusammenhang bringen, weil die zu beobachtenden Blattverfärbungen vielfach keine Rostpusteln mehr enthalten, denn das würde letzten Endes dazu führen, alle Pflanzen anderer Gattungen und Spezies, auf denen ein nicht angepaßter Rostpilz nur ausnahmsweise und unter unvollständiger Sporenbildung zu bestehen vermag, als ungleich anfälliger zu bezeichnen als die eigentlichen Nährpflanzen des Pilzes.

Die von Ward zuerst ausgesprochene Hypothese hat deshalb zunächst etwas Bestechendes, weil sich bei der Blattfleckenbildung in der Tat vielfach ein wenigstens teilweises Absterben von Geweben beobachten läßt, während es andererseits bekannt ist, daß Rostpilze lebender Zellen zu ihrer Ernährung bedürfen, und die Rostlager meistens, aber auch durchaus nicht immer, mitten im lebenden, grünen Gewebe zu stehen scheinen. Die Hypothese vernachlässigt jedoch völlig die Tatsache, daß auch bei jeder wohlgelungenen Infektion und Ausbildung von Rostlagern eine teilweise vorhergehende Zerstörung von Geweben der befallenen Pflanze stattfindet, ohne daß damit die Ernährung des Pilzes seitens der übrigen lebenden Zellen in Mitleidenschaft gezogen wird. Der Entwicklungsgang ist also bei Ausbildung von Rostlagern und Entstehen von Blattflecken zunächst prinzipiell der gleiche, wenn sich wohl auch zeitlich gewisse Unterschiede bemerkbar machen können: Eindringen des Pilzes, Bildung von Blattverfärbungen und teilweises Verdrängen der Wirtszellen an den Stellen, wo die Rostlager entstehen oder entstehen würden; bei der Blattfleckenbildung stellt nunmehr der Pilz seine Entwicklung ein, ohne zu fruktifizieren, während bei der Ausbildung von Sporenlagern diese nunmehr ganz oder teilweise die Stelle der ursprünglichen Blattverfärbungsflecken einnehmen und so den Anschein erwecken, als ob überhaupt kein Abtöten von Zellkomplexen stattgefunden hat. In Wirklichkeit sind also die sogenannten „partiellen“ Infektionen solche, bei denen die zuerst mehr oder minder normale Entwicklung des Pilzes infolge irgendwelcher Disharmonien zwischen Nährpflanze und Pilz bzw. Beeinflussung des Pilzes seitens der Nährpflanze eine vorzeitige Unterbrechung findet, die durchaus nicht mit einem übermäßigen Angriff des Pilzes oder einer überaus starken Anfälligkeit der Nährpflanze identisch zu sein braucht.

In der Frage, welche Faktoren wir für das verschiedene Verhalten des in die Nährpflanze eingedrungenen Pilzes bei rostanfälligen und rostwiderstandsfähigen Sorten verantwortlich zu machen haben, stehen sich in der Hauptsache zwei Ansichten gegenüber: die eine besagt, daß eine „immune“ Pflanze bestimmte spezifische Gegengifte, „Antitoxine“ und andere Stoffe, zu bilden vermag, welche das Weiterwachsen der Pilze hemmen; die andere sucht die höhere Rostwiderstandsfähigkeit oder -anfälligkeit mit Änderungen der Zusammensetzung der Pflanze, also mit den allgemeinen Ernährungsbedingungen des Pilzes, in Zusammenhang zu bringen. Der von verschiedenen Autoren vertretene Standpunkt, daß verschiedener Zucker- und Säuregehalt der Nährpflanze das Ergebnis der Infektion bestimmt, können wir der zweiten, eben angedeuteten Möglichkeit zurechnen, wenn wir nicht die Annahme vorziehen, daß z. B. der Säuregehalt als spezifisches, nur zur Abwehr des Pilzes bestimmtes Gegengift gebildet wird.

Die Annahme der Existenz spezifischer, in den immunen Sorten vorhandener, in den anfälligen Sorten fehlender Gegengifte wird auch heute noch vielfach geteilt oder ihre Möglichkeit doch in Betracht gezogen. Das letztere tut z. B. auch Klebahn (35, S. 37) noch bis zu einem gewissen Grade, wenn er die Möglichkeit andeutet: „das Nährgewebe hemmt vielleicht durch schädigende Einflüsse (Antitoxine?) seine Entwicklung“. Auch Marshal Ward (61) diskutiert die Möglichkeit der Bildung von Antikörpern im befallenen Organismus. In bestimmterer Weise vertritt Neger (45, S. 559) die Antitoxinhypothese, indem er ausdrücklich zu den chemischen Mitteln, mittels deren sich die Pflanze unliebsamer Gäste erwehrt, auch diejenigen stellt, „über deren eigentliche Natur wir nichts Genaues wissen, deren Vorhandensein wir aber doch aus dem Erfolg schließen müssen und welche wir unter dem wenig greifbaren Begriff Antitoxine zusammenfassen“. Von unlängst erschienenen Arbeiten sei weiter auf die ausführlichen Untersuchungen von Kirchner (34) verwiesen, der den Grad der Widerstandsfähigkeit der Nährpflanze „hauptsächlich durch die Ausbildung von Schutzstoffen im Innern der Pflanzenzellen bedingt“ findet und seine Ausführungen mit dem Satz schließt: „Als Schutzstoffe gegen Pilzangriffe scheinen besonders Säuren, ferner Antitoxine und Enzyme in Betracht zu kommen". Auch Lang (38) nähert sich in seinen Untersuchungen über die Beeinflussung der Rostanfälligkeit von Weizenpflanzen durch die gleichzeitige Anwesenheit von Tilletia dem Standpunkt Kirchners, wenn er diese Beeinflussung auf Stoffe unbekannter Natur zurückführt, die „bei der Auflösung der nur kurze Lebensdauer besitzenden Pilzhyphen" von Tilletia entstehen sollen.

Der derzeitige Stand der Antitoxinhypothese im Rostanfälligkeitsproblem ist nun der, daß wir irgendwelche tatsächlichen Beweise für das Vorhandensein solcher Stoffe noch nicht besitzen. Die z. B. von Neger (45) angeführten Beispiele: das stärkere Auftreten von Peridermium Strobi auf der eingeführten Pinus Strobus gegenüber der heimischen Pinus cembra, das schädigende Auftreten des Eichenmehltaus auf europäischen Eichenarten, die verschiedene Empfänglichkeit von Keimlingen der Nadelhölzer gegen Keimlingspilze u. a. lassen sich unmöglich, wie Neger es tut, als wirklicher Beweis für das Bestehen einer Antitoxinwirkung auffassen, weil der Nachweis fehlt, daß wir physikalische oder chemische Verschiedenheiten für die verschiedene Anfälligkeit nicht verantwortlich machen dürfen.

Im übrigen ist es vielleicht nicht überflüssig, einmal mit aller Schärfe darauf hinzuweisen, daß wir, im Hinblick auf die außerordentlichen Verschiedenheiten der ganzen Stoffwechselvorgänge im Tier- und Pflanzenreich, nicht berechtigt sind, die an Organismen mit Blutkreislauf gewonnenen Ergebnisse auf Pflanzen zu übertragen. Unter Antikörpern speziell verstehen wir Eiweißkörper hochkomplizierter Natur, die im Serum des Tierkörpers gebildet werden, wenn artfremdes Eiweiß, also auch das Eiweiß von Bakterien und anderen Schädlingen, in die Leitungsbahnen des tierischen Organismus gelangt. Von alledem ist im Pflanzenreich nicht die Rede, wie es auch kein Zufall ist, daß wir uns zum experimentell-serologischen Nachweis der Verwandtschaft von lebenden Organismen, auch von Pflanzen, stets des Tierkörpers als Hilfsmittels bedienen müssen.

Auch eine Betrachtung der weiteren Umstände zeigt das Haltlose der Antitoxinhypothese. Während sich im Tierkörper die Bildung der Antikörper bei einem Eindringen fremder Organismen in völliger Gesetzmäßigkeit und Regelmäßigkeit vollzieht, wären wir gezwungen, für die Bildung von Antitoxinen gegenüber den Getreiderostpilzen höchst seltsame Bedingungen anzunehmen. Denn da die Anfälligkeit der Getreidepflanzen durch die Einwirkung äußerer Faktoren, wie z. B. Temperaturverhältnisse, mitbestimmt wird, wären wir zu der Annahme einer Abhängigkeit der Antitoxinbildung von solchen äußeren Faktoren gezwungen, was aber wieder zu unseren sonstigen Kenntnissen vom Wesen der Antikörper in Widerspruch steht. Die Wirkung der Parasiten ist eben bei pflanzlichen Organismen eine andere, als bei tierischen; sie ist bei den Pflanzen, worauf auch Klebs (37) hinweist, und wofür neuerdings Tischler (56, 57) in Uromyces Pisi auf Euphorbia Cyparissias ein besonders auffälliges Beispiel angegeben hat, meistens nur lokaler Natur, und erst die durch einen starken Angriff des Parasiten bedingte Änderung der allgemeinen Ernährungsbedingungen kann den ganzen Organismus der Pflanze in Mitleidenschaft ziehen. Dementsprechend ist es auch bisher nicht gelungen, durch vielfache Infektionen einer Pflanze diese gegenüber einem Rostpilz unempfänglich zu machen, und Klebahn hat ganz recht, wenn er sagt: „Für die Möglichkeit der „Immunisierung“ der Pflanzen durch Schutzimpfung oder durch eine Art „Heilserum“ sind also schwerlich Aussichten vorhanden“ (35, S. 194).

Die Ausbildung spezifischer Antikörper im serologischen Sinne müssen wir also, vorläufig zum mindesten, als unbewiesen bezeichnen, so daß als spezifische Schutzstoffe in erster Linie Säuren und andere organische oder anorganische, die Entwicklung der Pilze nachweislich hemmende Stoffe in Betracht kommen. Die weiter unten angeführten Angaben anderer Autoren zeigen, daß wir mit dieser letzteren Möglichkeit immerhin bis zu einem gewissen Grade rechnen müssen. Ob wir aber eine tatsächliche Bedeutung dieser Stoffe als spezifischer, speziell für die Abwehr der Pilze geschaffener Stoffe anerkennen sollen, oder aber, ob diese Stoffe ohne jedwede finale Beziehung zur Frage der Pilzabwehr im Stoffwechselprozeß der Nährpflanze entstehen und sozusagen mehr zufällig und nebenbei die Rolle des Pilzschutzes mit übernehmen, ist eine Frage teleologischer Betrachtungsweise, die mit der kausalmechanischen Erklärung des Zustandekommens der Sortenempfänglichkeit natürlich nur mittelbar zu tun hat. Eine ganze Reihe von Beobachtungen, vor allem die Abhängigkeit des Infektionsvermögens von dem jeweiligen Ernährungs- und Entwicklungszustand der Nährpflanze, das verschiedenartige Verhalten verschiedener Rostpilze bei Auftreten auf der gleichen Nährpflanze, die von Nilsson-Ehle (48) gefundenen Gesetzmäßigkeiten der Vererbung der Rostempfänglichkeit u. a. deuten darauf hin, daß es sich auch hier nicht um die Ausbildung spezifischer Schutzstoffe, sondern um die Reaktionsweise des Rostpilzes auf den normalen oder in bestimmter Weise veränderten Stoffwechselhaushalt der Nährpflanze handelt.

Damit kommen wir zu der zweiten, im obigen angedeuteten Möglichkeit, die von der Annahme spezifischer Gegengifte zur Erklärung der Resistenz der rostwiderstandsfähigen Sorten absieht und das Rostverhalten des Pilzes auf die allgemeine Zusammensetzung der Nährpflanze und den mehr oder minder geeigneten Nährboden, den die Pflanze dem Parasiten bietet, zurückführt. Dieser Standpunkt trägt vor allem der Tatsache Rechnung, daß das Auftreten der Rostpilze in hohem Maße von der Einwirkung äußerer Faktoren auf die Nährpflanze abhängt. Auf diese Abhängigkeit weist ja von neueren Autoren vor allem noch Hiltner (32) hin und betont die Notwendigkeit, bei der Frage des Auftretens von Pflanzenschädlingen, insbesondere auch der Rostpilze, dem Ernährungszustand der Pflanzen eine ausschlaggebende Bedeutung beizumessen. Auf Grund einer großen Zahl von Einzelbeobachtungen ist Hiltner zu der Erkenntnis gekommen, „daß die zweifellos vorhandenen Beziehungen zwischen der Witterung und dem Auftreten gewisser Pflanzenschädlinge nicht nur bedingt wird durch Einflüsse, welche die Witterung auf die Schädlinge selbst ausübt, sondern auch durch jene, die dabei auf die Wirtspflanze und vor allem auf ihren Ernährungszustand direkt einwirken“. Ähnliche Feststellungen einer Rostbeeinflussung durch äußere Faktoren auf dem Umweg einer Einwirkung dieser Faktoren auf den Ernährungszustand der Wirtspflanze ergeben sich auch aus meinen an früherer Stelle (Gassner, 24) ausführlich wiedergegebenen südamerikanischen Beobachtungen, und es muß daher nahe liegen, die zwischen den einzelnen Getreidesorten zu beobachtenden Verschiedenheiten der Rostanfälligkeit mit Verschiedenheiten der Ernährungs- und Stoffwechselvorgänge der einzelnen Sorten in Zusammenhang zu bringen.

Aus neuerer Zeit liegt nun eine ganze Reihe von Untersuchungen vor, die auf dem Wege chemischer Analyse Klarheit in den Zusammenhang von Ernährungs- und Stoffwechselvorgängen mit dem Pilzbefall bringen wollen. Die Arbeiten von Sorauer (54), Salmon (50), Averna Saccà (1), Laurent (39), Cook und Taubenhaus (10, 11), behandeln das Verhalten von Nicht-Rostpilzen, während neuerdings neben Comes (9) vor allem Kirchner (34) diese Ergebnisse auf die Rostpilze selbst übertragen wissen will. Nach den Untersuchungen der eben erwähnten Autoren bestimmen Anwesenheit oder Fehlen bestimmter Stoffe die Frage der Anfälligkeit; besonderer Wert wird einerseits auf die Pilzbefall hemmende Wirkung der Säuren, andererseits auf den Pilzwachstum fördernden Einfluß zuckerartiger Stoffe (Massee, 43) gelegt; außerdem wird neben der Azidität der Zellsäfte der Wassergehalt der Gewebe zur Erklärung herangezogen. Speziell für die Rostpilze konnte Kirchner (34) höheren Zuckergehalt sowie geringeren Säuregehalt für 2 anfällige, geringeren Zuckergehalt und höheren Säuregehalt für 2 rostresistente Sorten nachweisen, Befunde, die sehr plausibel scheinen, und aus denen dann die obigen Schlußfolgerungen über das Zustandekommen der Sortenanfälligkeit gezogen werden.

Daß die Verhältnisse nun so eindeutig und einfach liegen, wie Kirchner und andere Autoren es hier annehmen, muß doch wohl zweifelhaft erscheinen, wenn auch z. B. die Befunde Tischlers (56, 57) sicherlich eine Abhängigkeit des Wachstums der Pilzhyphen von Uromyces Pisi von dem Zuckergehalt der Zellen der Wirtspflanze dargelegt haben. Andererseits muß aber auch darauf hingewiesen werden, daß sich derartige gleichsinnige Beziehungen zwischen Zuckergehalt und Rostanfälligkeit, wie Kirchner sie im obigen angibt, nicht stets beobachten lassen. So konnte an anderer Stelle (Gassner, 24) gezeigt werden, daß die Anfälligkeit der Getreidepflanzen gegen Rost zum Teil mit steigender Temperatur zunimmt. Wie aus meinen in Gemeinschaft mit C. Grimme (27) veröffentlichten Untersuchungen über den Zuckergehalt junger Getreidepflanzen hervorgeht, haben aber gerade die bei niederen Temperaturen gewachsenen einen höheren Zuckergehalt. Ähnliche Beispiele ließen sich noch mehr ausfindig machen; auch aus den sorgfältigen Untersuchungen von Tischler (56, 57) kann man nicht den eindeutigen Schluß ziehen, daß es sich bei dem Verhalten von Uromyces Pisi in den Geweben von Euphorbia Cyparissias ausschließlich nur um Beziehungen zwischen Zuckergehalt der Zellen und Entwicklung der Pilze handelt. Unzweifelhaft haben wir es in dem Verhältnis von Wirtspflanze und Parasit nicht mit Beziehungen einfacher Art, sondern mit einem ganzen Komplex von Beziehungen zu tun. Genau so kompliziert wie wir uns die Wechselbeziehungen zwischen den verschiedenen Zellen eines Organismus vorstellen, müssen sich auch die Beziehungen zwischen Wirtspflanze und Parasit gestalten, nur daß eben an Stelle von artgleichen artfremde Zellen treten.

Ohne genügende experimentelle Grundlagen muß es vorläufig müssig erscheinen, weitere Theorien über das Zustandekommen der Sortenempfänglichkeit und Rostanfälligkeit auszusprechen. Wir müssen uns vorlaufig mit der Feststellung begnügen, daß wir in dem durch äußere Verhältnisse veränderbaren Ernährungszustand der Pflanzen das entscheidende Moment zu suchen haben, und müssen zunächst einmal durch planmäßige Versuche auf dem von Tischler bei Uromyces Pisi auf Euphorbia Cyparissias mit so schönem Erfolge betretenen Wege einen Einblick in die wirklichen Ernährungsverhältnisse des Pilzes zu bekommen suchen. Ähnliche Verhältnisse, die eine Hoffnung auf experimentelle Klärung der Fragen gestatten, haben wir auch bei den Getreiderosten; es sei hier nur auf das Verschwinden der Infektionsstellen von Puccinia graminis auf jüngeren Getreidepflanzen beim Übergang von der wärmeren zur kälteren Jahreszeit verwiesen, denn hier handelt es sich doch ebenfalls um ein nachträgliches Gesunden vorher befallener Pflanzen, d. h. um die gleiche Erscheinung, welche den Ausgangspunkt der erwähnten Tischlerschen Untersuchungen bildete.

Diese experimentellen Untersuchungen werden auch mehr als alle theoretischen Spekulationen einen Einblick in die merkwürdige Erscheinung der sogenannten Spezialisierung der Rostpilze gestatten; vor allem müssen sie zeigen, ob diese Erscheinung, die mit der Sortenempfänglichkeit in einem unzweifelhaften Zusammenhang steht, nur auf Verschiedenheiten der allgemeinen Ernährungsbedingungen, wie z. B. Anwesenheit von Zucker und Säuren, oder aber auf die Anpassung des Pilzes an das spezifische Eiweiß der Nährpflanze bzw. deren spezifischen Plasmabau zurückzuführen ist. Wenn ein Vergleich des Verhaltens von Bakterien und Pilzen in dieser Richtung gestattet ist, müssen wir gerade die N-Ernährung in den Vordergrund stellen; denn bei allen Bakterien, die, wie z. B. Gonokokken, in höchster Weise an den Wirt angepaßt sind, ist eine künstliche Kultur nur auf Nährböden möglich, die das Eiweiß des Wirtes als steril entnommenes Menschenblut bzw. Aszitesflüssigkeit in unverändertem Zustand enthalten. Die Frage, in welcher Form und Weise die so hoch angepaßten und darum bisher einer künstlichen Kultur unzugänglichen Uredineen den zum Leben nötigen Stickstoff entnehmen, ist aber bisher in völliges Dunkel gehüllt; nur ganz vereinzelte Beobachtungen, so z. B. die von v. Guttenberg (29) festgestellte Umklammerung und Auslaugung der Zellkerne von Adoxa Moschatellina durch die Haustorien von Puccinia Adoxae lassen sich als Beobachtungen über die Stickstoffversorgung der Uredineen deuten.

Auf jeden Fall geht der Weg zur Erklärung der Sortenempfänglichkeit über eine bessere Erkenntnis der wirklichen Lebensbedingungen des Parasiten. Vorläufig kann uns die Sortenempfänglichkeit nichts sein als ein Ausdruck der Reaktionsweise des Pilzes auf die Gesamtheit aller derjenigen Einzeleigenschaften der Nährpflanze, welche in dem Begriff der Konstitution der pflanzlichen Zelle einen vorläufig ebenfalls nicht näher definierbaren Ausdruck findet. In diesem Sinne spricht vor allem die Tatsache, daß die Rostempfänglichkeit einer Sorte von den äußeren Verhältnissen mitbestimmt wird, und in dem gleichen Sinne lassen sich auch noch die Ergebnisse der neueren Untersuchungen über die Vererbung der Eigenschaft der Rostempfänglichkeit verwenden. Nilsson-Ehle (48) beurteilt ebenfalls die Rostempfänglichkeit als den Ausdruck der Reaktionsweise des Pilzes auf bestimmte anderweitige Eigenschaften der Pflanzen, indem mehrere, den Rostgrad einer Sorte beeinflussende Faktoren existieren. „In bezug auf die Natur der Faktoren, die die Rostresistenz bestimmen“, wird darauf hingewiesen, „daß diese wohl in erster Linie in dem Zellinhalt zu suchen sind. Die äußeren Verschiedenheiten an Rostresistenz wären also gewissermaßen ein Indikator darauf, daß es viele innerliche Verschiedenheiten gibt, in der Konstitution des Plasmas wohl vor allem, die von mendelnden Faktoren herrühren. Die spezifische Rostresistenz wäre dann eher als eine Folge der allgemeinen Konstitution der betreffenden Linie zu betrachten als aus dem Vorhandensein ganz bestimmter Stoffe herzuleiten. Gewisse Konstitutionen böten ein für das Gedeihen des Pilzes mehr geeignetes Substrat als andere. Gerade aus diesem Gesichtspunkte ließe sich auch am besten verstehen, daß unter verschiedenen äußeren Verhältnissen dieselbe Linie in bezug auf ihre relative Rostresistenz sehr verschiedenes Verhalten zeigen können“.

Dieser Auffassung vom Wesen der Sortenempfänglichkeit habe ich von meinem Standpunkt aus nichts hinzuzufügen; ein wirkliches kausalmechanisches Verständnis vom Wesen der Rostanfälligkeit vermag sie uns aber eben noch nicht zu geben, so daß wir ehrlicherweise auch heute noch um das Geständnis des „Ignoramus“ nicht herumkommen.

Braunschweig, Botanisches Institut der Technischen Hochschule,
Januar 1918.

Verzeichnis der angeführten Schriften.

1. Averna Saccà, R., L'acidità dei succhi delle piante in rapporto alla resistenza contro gli attacchi dei parasiti. (Stazion. Sperim. Agric. Ital. 143. 1910. p. 185.)
2. Bauer, E., Einführung in die experimentelle Vererbungslehre. Berlin 1911.
3. Biffen, R. H., Mendel's laws of Inheritance and Wheat breeding. (Journ. Agric. Sci. Vol. 1. 1905. p. 40.)
4. —, Studies in the Inheritance of Disease-resistance. (Ebenda. Vol. II. 1907. p. 109.)
5. —, Studies in the Inheritance of Disease-resistance. II. (Ebenda. Vol. IV. 1912. p. 421.)
6. Bolley, Einige Bemerkungen über die symbiotische Mykoplasmatheorie bei dem Getreiderost. (Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 4. 1898. S. 855, 887, 913.)
7. Carleton, M. A., Cereal Rusts of the United States. (U. S. Dept. of Agric., Div. of Veg. Phys. and Path. Bull. Nr. 16. 1899.)
8. Cobb, N. A., Contributions to an economic Knowledge of Australian Rusts. (Agric. Gaz. of New South Wales. Vol. 3 a. 4. 1892, 1893.)
9. Comes, L., Della resistenza dei frumenti alle ruggini. Stato attuale della questione e provedimenti. (Atti R. Instit. d. Incoragg. Napoli. Ser. VI. Vol. 9. 1913.)
10. Cook, M. Th., a. Taubenhaus, J. J., The relation of parasitic fungi to the contents of the cells of the host plants. I. The toxicity of tannin. (Delaware College Agric. Exp. Stat. Bull. No. 91. 1911.)
11. — II. The toxicity of vegetable acids and the oxidizing enzymes. (Ebenda. Bull. No. 97. 1912.)
12. Dammann, H., u. Schroeder, J., Ensayos sobre el valor cultural de diferentes clases de maiz. (Revist. de Agron. Montevideo. Vol. 4. 1908. p. 185.)
13. MacDougal, D. T., An attempted analysis of parasitism. (Bot. Gaz. Vol. 52. 1911. p. 249.)
14. Eriksson, J., Welche Rostarten zerstören die australischen Weizenernten? (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. Bd. 6. S. 141.)
15. —, Die Pilzkrankheiten der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Leipzig 1913.
16. Eriksson, J., u. Henning, Getreideroste. 1896.
17. Evans, P., South African cereal rusts, with observations on the problem of breeding rust-resistant wheats. (Journ. Agric. Sci. Vol. 4. 1911.)
18. Fischer, E., Beiträge zur Biologie der Uredineen. 1. Die Empfänglichkeit von Pfropfreisern und Chimären für Uredineen. (Mykol. Centralbl. Bd. 1. 1912. S. 1.)
19. Gassner, G., Estudio sobre los hongos de la Republica O. del Uruguay. (Revist. de Agron. Vol. 2. 1907. p. 104.)
20. —, Beobachtungen und Versuche über den Anbau und die Entwicklung von Getreidepflanzen im subtropischen Klima. (Jahresber. d. Vereinig. f. angew. Bot. Bd. 8. 1910. S. 95.)
21. —, Uruguay. I. u. II. (Karsten-Schenck, Vegetationsbilder. Reihe 11. Heft 1—4. 1913.)
22. —, Über Anpassungen der Getreidepflanzen an klimatische Verhältnisse und deren Bedeutung für die Entwicklung des Getreides. (Landw. Ann. Meckl. Patriot. Ver. Bd. 52. 1913. H. 13/14.)

23. Gassner, G., Die Getreideroste und ihr Auftreten im subtropischen östlichen Südamerika. (Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 44. 1915. S. 305.)
24. —, Untersuchungen über die Abhängigkeit des Auftretens der Getreideroste vom Entwicklungszustand der Nährpflanze und von äußeren Faktoren. (Ebenda. S. 512.)
25. —, Die Teleutosporenbildung der Getreiderostpilze und ihre Bedingungen. (Zeitschr. f. Bot. Bd. 7. 1915. S. 65.)
26. —, Beiträge zur Frage der Überwinterung und Verbreitung der Getreideroste im subtropischen Klima. (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. Bd. 26. 1916. S. 329.)
27. Gassner, G., u. Grimme, C., Beiträge zur Frosthärte der Getreidepflanzen. (Ber. Deutsch. Bot. Ges. Bd. 31. 1913. S. 507.)
28. Gibson, C. M., Notes on infection experiments with various Uredineae. (The New Phytol. Vol. 3. 1904. p. 184.)
29. Guttenberg, H. v., Beiträge zur physiologischen Anatomie der Pilzgallen. Leipzig 1905.
30. Haack, Der Kienzopf (Peridermium Pini (Willd.) Kleb. (Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. Bd. 46. 1914. S. 3.)
31. Hillmann, P., Die deutsche Landwirtschaftliche Pflanzenzucht. (Arb. d. Deutsch. Landw. Ges. H. 168. 1910.)
32. Hiltner, Über den Einfluß der Ernährung und der Witterung auf das Auftreten pilzlicher und tierischer Pflanzenschädlinge. (Jahrb. d. Deutsch. Landw. Ges. Bd. 27. 1912. S. 156.)
33. Holdefleiß, P., Welche Anregungen erwachsen der Pflanzenzüchtung aus den Schwierigkeiten der diesjährigen Ernte? (Ill. Landw. Zeitg. Bd. 32. 1912. S. 737.)
34. Kirchner, O. v., Untersuchungen über die Empfänglichkeit unserer Getreide für Brand- und Rostkrankheiten. (Fühlings landw. Zeitg. Bd. 65. 1916. H. 1—4.)
35. Klebahn, Wirtswechselnde Rostpilze. Berlin 1904.
36. —, Grundzüge der allgemeinen Phytopathologie. Berlin 1912.
37. Klebs, G., Über künstliche Metamorphosen. (Abhandl. Naturf. Ges. Halle. Bd. 25. 1906. S. 133.)
38. Lang, W., Über die Beeinflussung der Wirtspflanze durch Tilletia tritici. (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. Bd. 27. 1917. S. 80.)
39. Laurent, I., Les conditions physiques de la résistance de la vigne au Mildiou. (Compt. rend. Acad. scienc. T. 152. 1911. p. 103.)
40. Litwinow, N., Über die verschiedene Widerstandsfähigkeit der Formen des Sommergetreides gegen Rost. (Bull. f. angew. Bot. St. Petersburg. Bd. 5. 1912. S. 347.) [Russ. u. deutsch.]
41. Maire, René, La Biologie des Uredinales. (Progress. Rei Bot. Vol. 6. 1911. p. 134.)
42. Marryat, D. C. E., Notes on the Infection and Histology of two Wheats immune to the attacks of Puccinia glumarum, yellow rust. (Journ. Agric. Sci. Vol. 2. 1907. p. 129.)
43. Massee, G., On the Origin of parasitism in Fungi. (Philos. Transact. Roy. Soc. London. Ser. B. Vol. 197. 1904. p. 208.)
44. Morgenthaler, Die Pilze als Erreger von Pflanzenkrankheiten. (Mykolog. Unters. u. Ber. Bd. 1. 1913. S. 36.)
45. Neger, Biologie der Pflanzen auf experimenteller Grundlage. 1913.
46. Nilsson-Ehle, H., Sammanställning af resultaten fran Utsadesförenings hittils utförde jemförande försök med olika hösthvetesorter. (Sverigs Utsädesfören. Tidskr. 1906. S. 203.)
47. —, Svalöfs Extra-Squarehead. II. (Ebenda. 1910. S. 1.)
48. —, Kreuzungsuntersuchungen an Hafer und Weizen. II. (Lunds Univers. Arsskr. N. F. Afd. II. Bd. 7. 1911. Nr. 6.)
49. Noll, F., Beobachtungen und Betrachtungen über embryonale Substanz. (Biol. Centralbl. Bd. 23. 1903. S. 281, 321, 401.)
50. Salmon, E. S., On the stages of development reached by certain biologic forms of Erysiphe in cases of non-infection. (The New Phytol. Vol. 4. 1905. p. 217.)
51. Stakman, E. C., Relation between Puccinia graminis and plants highly resistant to its attack. (Journ. of Agric. Res. Vol. 4. 1915. p. 193.)
52. Sorauer, P., Gibt es eine Prädisposition der Pflanzen für gewisse Krankheiten? (Landw. Versuchsstat. Bd. 25. 1880. S. 369.)
53. —, Handbuch der Pflanzenkrankheiten.
54. —, Was bringen wir mit den Samenrüben und Samenknäueln der Zuckerrüben in den Boden? (Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. Bd. 24. 1914. S. 349.)

55. Sutton, G. L., zitiert nach Bol. del Minist. de Agricult. Buenos Aires. Vol. 2. 1904. p. 9.
56. Tischler, G., Untersuchungen über die Beeinflussung der Euphorbia Cyparissias durch Uromyces Pisi. (Flora. N. F. Bd. 4. 1902. S. 1.)
57. —, Über latente Krankheitsphasen und Uromyces - Infektion bei Euphorbia Cyparissias. (Bot. Jahrb. Festbd. f. Engler. 1914. S. 95.)
58. Tschermak, Über Züchtung neuer Getreiderassen. (Zeitschr. f. d. landw. Versuchswes. i. Österr. 1906.)
59. Ward, Marshal, On the relations between Host and Parasit in the Bromes and their Brown Rust, Puccinia dispersa (Erikss.) (Ann. of Bot. Vol. 16. 1902. p. 233.)
60. —, On the question of „Predisposition“ and „Immunity“ in Plants. (Proceed. Cambridge Phil. Soc. Vol. 11. 1902.)
61. —, Recent researches on the parasitism of Fungi. (Ann. of. Bot. Vol. 19. 1905. p. 1.)
62. Wawilow, N., Beiträge zur Frage über die verschiedene Widerstandsfähigkeit der Getreide gegen parasitische Pilze. (Arb. d. Versuchsstat. f. Pflanzenzücht. a. Moskauer Landw. Instit. Bd. 1. 1913. S. 1.) [Russ. u. Deutsch.]
63. —, Der gegenwärtige Stand der Frage nach der Immunität der Getreide gegen Pilzkrankheiten. (Ebenda. S. 112.) [Da nur russisch, nicht berücksichtigt.]

Referate.

Kerner v. Marilaun, A., Pflanzenleben. 3. Aufl., neubearb. von **A. Hansen.** Bd. 1: Der Bau und die lebendigen Eigenschaften der Pflanzen (Zellenlehre und Biologie der Ernährung). XII, 495 S. mit 21 farb., 4 schwarz. und 3 doppelseit. Taf. Bd. 2: Die Pflanzengestalt und ihre Wandlungen (Organlehre und Biologie der Fortpflanzung). XII, 543 S. mit 20 farb., 10 schwarz. und 4 doppelseit. Taf. Leipzig u. Wien (Bibliographisch. Instit.) 1913. Preis des Bandes (Halbl.) 14 ℳ.

Die klassischen Kapitel des Kernerschen „Pflanzenlebens“ über die Schmarotzerpflanzen, über die Ernährungsgenossenschaften und über Mißbildungen, Krebsgeschwülste und Zellen sind dem Pflanzenpathologen so geläufig, daß die Anzeige der Neubearbeitung des berühmten Werkes, die A. Hansen in mustergültiger Weise durchgeführt hat und hoffentlich recht bald zu einem glücklichen Ende führen wird, für den Leserkreis dieser Zeitschrift von Interesse sein dürfte.

Ist doch, ganz abgesehen von den erwähnten, mit der Pflanzenpathologie in unmittelbarem Zusammenhang stehenden Abschnitten das „Pflanzenleben“ heute noch für den Zoologen, Landwirt, Agrikulturchemiker und andere mit dem praktischen Pflanzenschutz in Berührung gelangende Vertreter von Disziplinen, die von Haus aus über eine mehr oder weniger knappe botanische Schulung verfügen, die beste Einführung in den für ihn wichtigsten Hauptzweig der Fachbotanik.

In geschicktester Weise hat der Neubearbeiter das umfangreiche Tatsachenmaterial, das die pflanzenpathologische Forschung seit 1896 zutage gefördert hat, in den genannten Abschnitten in den Grundstock des Kernerschen Textes eingefügt. Von zahlreichen anderen Abbildungen abgesehen, ist hier eine neue, farbige Doppeltafel „Pflanzenkrankheiten“ (pilzliche) eingeführt worden.

In dem am einschneidendsten umgestalteten 2. Bande ist der letzte Abschnitt der älteren Auflage („Die Pflanze und der Mensch“), dessen Inhalt heute in guten und auch für weitere Kreise verständlich geschriebenen Werken erschöpfend behandelt ist, ganz gestrichen worden. Dafür ist der ganze 2. Band, der völlig unter dem modernen Gesichtspunkt der Entwicklungsgeschichte und Metamorphosenlehre umgearbeiteten Morphologie und der Biologie der Fortpflanzung gewidmet worden.

Für die Pflanzengeographie, der Kerner nur wenige Seiten gewidmet hatte, ist eine völlige Neubehandlung in dem angekündigten 3. Bande vorgesehen.

Das sehr eingehende Kapitel über die Gallen ist dem Abschnitt über die Morphologie der Bildungsabweichungen angeschlossen worden.

Auch die Darstellung der Blütenbiologie ist ohne erwähnenswerte Einschränkung des reichen Tatsachenmateriales durch knappere Diktion etwas gekürzt worden, zu den vorhandenen Textabbildungen sind dagegen noch eine ganze Reihe neuer und außerdem mehrere farbige Tafeln hinzugekommen.

Von vielen Neubearbeitungen kann man ja leider nicht sagen, daß sie die Höhe des älteren Werkes zu wahren auch nur bemüht gewesen wären. Autor und Verleger haben nur zu oft, liebäugelnd mit der halbgebildeten, aber zahlungsfähigen Masse des größeren Publikums, den Ernst und die Ehre ihrer Aufgabe vergessen.

Hier haben sich Autor und Verleger mit dem glücklichsten Erfolge bemüht und sich bewußt dafür eingesetzt, die Darstellung auf der hohen und klarsichtigen Warte der Kernerschen Sprache zu halten.

Mit Recht wendet sich der Verfasser im Vorwort scharf gegen den poetisierenden Stil und die romantische Schreibweise einer gewissen neueren, für weitere Kreise bestimmten naturwissenschaftlichen Literatur. „Die modernen Sprachartisten, die bei mangelnder Begabung für wahre Poesie, manchmal auch ohne volle Sachkenntnis, mit dem ihnen verliehenen Maß an Talent die Naturwissenschaften poetisch bearbeiten, schaden der Wissenschaft mehr, als sie ihr nützen.“

Autor und Verleger gebührt daher wärmster Dank, daß sie das berühmte Werk für den Fachmann wieder auf die Höhe des derzeitigen Standes der Wissenschaft gebracht, für ihn und den gebildeten Nichtfachmann aber gleichzeitig auf der literarischen Höhe des älteren Originals erhalten haben. Die Bedeutung des Kernerschen Buches ist so auch in der neuen Bearbeitung die gewaltige geblieben, die die vorausgegangenen Auflagen für die gesamte wissenschaftliche Welt besaßen. Wolff (Eberswalde).

Rogers, L. A., The preparation of dried cultures. (Journ. of Infect. Dis. Vol. 14. 1914. p. 100—123.)

A detailed description of a method for the preparation of dried cultures is given, and the results of the investigation are summarized as follows:

Commercial dry cultures of the lactic acid bacteria usually contain a small number of lactic bacteria and a high contamination, a condition due to crude methods of drying and to the loss of vitality of the bacteria on standing.

When cultures are dried by exposure to a current of warm air there is a constant decrease in the number of bacteria, which is greatly accelerated when the moisture is reduced to about 10 per cent. When a water content below 5 per cent is reached the decrease becomes very slow.

The loss in drying is greatly reduced when the water is removed very rapidly, as by the spraying method. Water may be removed from cultures

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

by exposing them in a frozen condition over sulfuric acid in a vacuum approximating 1,01 mm. Lactic cultures dried by this method are sufficiently active to curdle milk in 17 hours at 30° C when added in the ratio of 1 part of powder to 1,000,000 parts of milk.

The total number of bacteria in a milk culture may be increased by adding dibasic potassium phosphate, but the powder made from the culture is less active than that made from unneutralized milk. The activity of the powder is not increased by neutralizing the culture with calcium carbonate before drying.

More powder may be produced at each operation of the dryer by using a culture grown in concentrated milk, and this powder is as active as that made from normal milk.

Very active dried cultures of B. bulgaricus may be made by the freezing-vacuum method. Laboratory cultures may be preserved by drying small quantities in test tubes. The nitrogen-fixing bacteria may be dried with a small loss by the freezing-vacuum method. Yeasts evidently do not survive the process, and the powders obtained were very feeble.

The loss of activity in powders is more rapid when the moisture content is comparatively high. The loss in activity is very slow at 0° C or lower, and becomes more rapid as the temperature is increased. Dried cultures of the lactic-acid bacteria held at 30° or 37° C become inactive in a short time. Cultures held in a vacuum retain their activity much better than cultures in an atmosphere of nitrogen or hydrogen; the most rapid loss of activity takes place in an atmosphere of oxygen or air.

C. A. Evans (Washington).

Clark, William Mansfield, „The Reaction" of bacteriologic Culture Media. (Journ. of Inf. Dis. Vol. 17. p. 109—136.)

The principles of titration are briefly reviewed and it is shown that in the titration of complex culture media it is impossible to decide, to what point the mixture must be titrated in order to neutralize the acid groups.

The acid or alkali neutralizing power of a medium is called the „buffer effect." The character of this effect in various media is shown by „titration curves" made by plotting the concentration of added acid or alkali against the resulting hydrogen ion concentration. By means of such curves it is shown (1), that there can be no true end point in the titration of ordinary media with phenolphthalein, (2) that the only result accomplished in titrating to a certain tint of phenolphthalein is to reach a certain hydrogen ion concentration and (3) that the buffer effect of different media vary to such an extent, that if there is added only a certain fraction of the alkali required to reach a given tint of phenolphthalein different media are placed at widely different hydrogen ion concentrations.

The mutual effect of hydrogen ion concentration upon the composition and the composition upon the hydrogen ion concentration of heated media are discussed.

The fallacies of titrating hot media and the general inadequacy of the titrimetic method of adjusting the so-called reaction of culture media are pointed out.

The adoption of the calorimetric method of adjusting media to definite hydrogen ion concentrations is recommended. A study of this method in its application to bacteriology is promised. Author abstract.

Vedder, Edward B., Starch agar, a useful culture medium. (Journ. of Inf. Dis. Vol. 16. p. 385—388.)

The medium on which the author has had the best success in cultivating the gonococcus consists of beef infusion agar, to which one per cent of corn starch has been added. No peptone or salt is added. When kept on this medium stock cultures of gonococci may safely be transferred every two weeks, instead of every two or three days as is necessary when salt-free veal agar is used. Other bacteria, including freshly-isolated streptococci and pneumococci also grow more freely than on the other media.

A. C. Evans (Washington).

Boggs, Thomas R., and **Pincoffs, M. C.,** A method for the study of morphology and reproduction in filamentous organisms. (Johns Hopkins Hospit. Bull. Vol. XXVI. 1915. p. 354—355.)

The authors describe a method of the study in section of stab cultures in solid media. For organisms which grew well at room temperature the medium used was 12 per cent to 15 per cent gelatin so prepared as to be very clear. Tubes not more than 12 mm in diameter were employed and these were filled to a considerable depth. When the culture had reached the desired stage of development, 10 per cent formalin was added and the gelatin hardened in situ. After 48 hours the gelatin had become firm and somewhat like rubber, so that the tube might be cracked and the glass removed. Pieces of the gelatin block were then cut on the freezing microtome. In order to make sections of the surface growth, the gelatin was hardened as before, the supernatant formalin poured off and melted gelatin added, which was, in turn, hardened by the addition of formalin. Sections from 10 to 25 microns were cut and were studied unstained, including dark field illumination, and also stained in various ways. The authors found the aqueous methods the most satisfactory and found dilute carbol-fuchsin 1 to 30 (of the standard stain for tubercle bacilli) for 12 to 24 hours of especial value to bring out the details of cell structure under high powers. After staining, the sections were differentiated rapidly in a saturated citric acid solution, washed in water, mounted, drained and allowed to dry in the air without blotting. When thoroughly dry they were rapidly cleared in xylol and mounted in balsam. For the study of the morphology Victoria Blue was used (1 part saturated alcoholic solution to 50 parts distilled water). The sections were stained over-night, mordanted 1 to 2 minutes in Lugol's solution, washed in water and decolorized in 95 per cent alcohol, floated on slides and dried in the air, cleared in xylol, and mounted in balsam. These preparations are particularly good for photographic reproduction.

For organisms which do not grow at room temperatures a medium composed of 1 per cent agar-agar and 7 per cent gelatin was used.

Florence Hedges (Washington).

Blanck, E., Der exakte Vegetationsversuch in seiner praktischen Ausführung. (Fühlings landw. Zeitg. Jahrg. 64. 1915. S. 102—120.)

Nur ein peinlich angestellter und durchgeführter Vegetationsversuch vermag Ergebnisse zu liefern, die brauchbar und von bleibendem Werte sind. Alle zum Versuch dienenden Materialien, Gefäß, Düngung, Boden, Saat müssen in vollständiger Ordnung vorbereitet und zur Hand sein, damit nicht durch Nachholen einer versäumten Maßregel das Ansetzen des Versuches gestört wird. W. Herter (Berlin-Steglitz).

Blakeslee, A. F., Lindners roll-tube method of separation cultures. (Phytopathology. Vol. 5. 1915. p. 68—69.)

The author describes this method of isolating organisms and says that its advantage lies in the larger number of colonies, that can be obtained and the relative freedom from contamination.

Florence Hedges (Washington).

McCrady, M. H., The numerical interpretation of fermentation tube results. (Journ. Infect. Diseases. Vol. 17. p. 183—212.)

A mathematical treatise on the interpretation of numerical results.

A. C. Evans (Washington).

Blackman, V. H., and **Paine, S. G.,** A recording Transpirometer. (Ann. of Bot. Vol. XXVIII. 1915. p. 109.)

Ausführliche Beschreibung einer Vorrichtung zur Regulierung der Transpiration bei Pflanzen, deren Einzelheiten im Original nachzulesen sind.

K. Boas (Berlin).

Lindner, Paul, Das Gaslichtpapier als Ersatz für die Glasplatten bei mikrophotographischen Aufnahmen. (Ber. d. Deutsch. botan. Gesellsch. Bd. 34. 1916. S. 453—455. Mit 1 Taf.)

An Stelle der photographischen Glasplatten benutzte Verf. bei seinen mykologischen Untersuchungen das Gaslichtpapier. Es ist billig und zeigt gute Kontrastwirkung. Allerdings erfordert es eine bedeutend längere Expositionszeit und kommt daher für bewegliche Objekte nicht in Betracht; doch kann man es bei gelbem Lichte und bei Aufsicht entwickeln, und zwar in sehr kurzer Zeit. Die Figuren zeigen die gute Verwendbarkeit bei einer Tröpfchenkultur von Penicillium, bei Sporangien von Phycomyces nitens, bei Nektarhefe (Aufnahmezeit 25 Sekunden, 1000fache Vergrößerung), bei Bakterienkolonien, in sehr verdünnter Bierwürze lebend, bei Fusarium der faulen Kartoffel. Die Bilder sind prächtig ausgefallen.

Matouschek (Wien).

Weiß, J. E., „Herbarium pathologium". Leipzig (Theod. Osw. Weigel) 1916—1917. Lief. 15 *M*.

Die wichtigsten Krankheiten und Schädigungsformen der europäischen Kulturpflanzen im weitesten Sinne und solche der Ziergewächse werden in instruktiven, reichlichen Stücken vorgelegt. Die Etiketten enthalten nähere Angaben über die Krankheit und deren Bekämpfung. Einige Beispiele: Johannisbeere: Cronartium ribicolum; Petersilie: Peronospora nivea; Platane: Gloeosporium nervisequium; Rose: Actinonema Rosae, Phragmidium subcorticium, Phyllosticta Rosae; Spinat: Peronospora effusa; Birnbaum: Entomosporium maculatum, Eriophyes piri, Fusicladium pirinum, Gymnosporangium Sabinae, Septoria piricola.

Matouschek (Wien).

Schmidt, Hugo, Fraßstück-Herbar. 100 Nr.
—, Cecidologisches Herbar. 300 Nr.
—, Herbar pflanzenschädlicher Pilze. 100 Nr.
—, Minen-Herbar. 100 Nr. Leipzig (Th. Osw. Weigel) 1916/18.

Es sei hier auf diese Exsikkatenwerke besonders aufmerksam gemacht. Das erstgenannte enthält sehr schönes Material. Einige Beispiele:

Prunus domestica: Lithocolletis spinicolella Mn., Ribes grossularia: Nematus ventricosus Klg., Larix decidua: Coleophora laricella Hb., Carpinus betulus: Lithocolletis carpinicola St., Ornix carpinella Fr., Cheimatobia boreata Hb.

Die anderen Werke sind auch recht instruktiv. Das Gallenherbar enthält die Originale des Verf. aus Pr.-Schlesien. Matouschek (Wien).

Hedicke, H., Herbarium tierischer Fraßstücke. Lieferg. 1. Nr. 1—25. 1918. Leipzig (Th. Osw. Weigel) 1818. 12,5 *M*.

Da selbst die beste Beschreibung und Abbildung der Fraßstücke keine klare Vorstellung derselben bieten kann, entschloß sich der Verf., eine Sammlung herauszugeben als eine Ergänzung zu den bereits bestehenden phytopathologischen Herbarien, die die Schädigungen durch Insektenfraß wenig berücksichtigen. Vorläufig kann aus wirtschaftlichen Gründen die Beigabe des Erzeugers nicht erfolgen. Greifen wir einige Beispiele heraus: Fraß von Arge berberidis Schrk. auf Berberis, von Caliroa limacina Retz. auf Prunus Cerasus, von Subcoccinella 24-punctata auf Medicago, von Agromyza impatientis Lw. auf Impatiens parviflora. Matouschek (Wien).

Juel, O., Dr. Eliassons „Index fungorum exsiccatorum". (Herbarium. Nr. 44. 1918. S. 418—419.)

Das botanische Museum der Universität Upsala besitzt 42 mykologische Exsikkatenwerke aus neuerer und älterer Zeit sowie auch die großen Sammlungen von E. Fries. Hierzu hat A. G. Eliasson ein alphabetisches Register mit Angaben der Exsikkatennummern verfaßt, das mehr als 40 000 Nummern umfaßt und das er, 2 Foliobände stark, dem genannten Museum übergab. Verf. beantwortet gern Anfragen über Exsikkatennummern, soweit sie im Index enthalten sind, was für Phytopathologen sehr wertvoll ist. Matouschek (Wien).

Wehmer, C., Praktische Sammlungskästen und Schränke für Mikroorganismen-Reinkulturen. (Ber. d. Deutsch. bot. Gesellsch. Bd. 33. 1915. S. 284—287.)

Verf. beschreibt Kästen, in denen die Kulturröhrchen in doppelter Reihe übereinanderliegen, die untere Reihe in den Lücken der oberen, beide Reihen in schräger Lage, so daß leichte Beobachtung ohne zuvoriges Herausnehmen aus den Kästen möglich ist. Diese Kästen werden in Schränken von geringer Tiefe aufgestellt. W. Herter (z. Z. Kowno).

Reum, W., Gefährdung von Insektensammlungen durch den Schimmelpilz. (Zeitschr. f. wiss. Insektenbiol. Bd. 13. 1917. S. 134—135.)

Wie das Insekt nicht ganz trocken in die Sammlung gelangt, zeigen sich bald, zuerst an den Fühlern, Pilzfäden. Namentlich tritt Mucor mucedo auf, der mit seinen Sporen bald alles verseucht. Das befallene Insekt ist gewöhnlich ganz verloren. Zur Bekämpfung empfiehlt Verf. auf Grund eigener Erfahrungen Formalin-Dämpfe: die befallenen Insekten bringe man in einen kleinen, luftdicht schließenden Behälter (Präparatenglas mit eingeschliffenem Stöpsel am besten), in dem sich mit 40 proz. Formalin ge-

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

tränkte Wattebäuschchen befinden. Hierin lasse man sie 6—8 Tage. Pilz und Sporen werden getötet. Hernach Abstäubung der Insekten mit einem in Formalinlösung keimfrei gemachten Pinsel. Es ist gut, dies mit allen Insekten des betreffenden Kastens vorzunehmen.

Matouschek (Wien).

Bericht der agrikulturchemischen Versuchsstation für die Provinz Brandenburg und des Instituts für Versuchswesen und Bakteriologie an der Königl. Landw. Hochschule Berlin. (Der Landbote, Prenzlau. Jahrg. 35. 1914. S. 342—345; 368—373; 398—400; 424—427; 452—454; 481—483; 511—513; 537—540.)

Aus dem Bericht der Versuchsstation seien folgende Angaben über die Tätigkeit der chemischen und der botanischen Abteilung (Berichterstatter Förster und Filter) hervorgehoben:

Es wurden 9608 Düngemittel untersucht. An Futtermitteln wurden folgende Gruppen begutachtet: Rückstände der Ölfabrikation, Müllereierzeugnisse, Rückstände der Gärungsgewerbe, der Rübenzuckerfabrikation, Stärke- und Stärkezuckerfabrikation, tierische Produkte, Nahrungsmittelabfall, Samen, Wurzeln und Knollen, Blätter und Rauhfutter, Hülsen, Spelzen, Futterkalk und dergl.

Der Höchstgehalt an Sand 10—20 Proz. wurde bei Erdnuß- und Leinkuchen festgestellt. Milben fanden sich besonders häufig in Weizenkleien. Durch Brandpilzsporen waren Roggenkleien, Reisfuttermehle verunreinigt. Über die zahlreichen Verfälschungen muß das Original verglichen werden.

Die Keimfähigkeit der Getreideproben der Ernte 1913 war im Gegensatz zu 1912 eine recht mäßige, namentlich beim Roggen, wo auch Fusarium öfter zu konstatieren war.

23 Proz. aller auf Seide untersuchten Sämereien enthielten diesen Schädling.

W. Herter (Berlin-Steglitz).

Foerster und **Filter,** Bericht der Landwirtschaftlichen Kontrollstation Berlin über die Tätigkeit im Jahre 1915. Der Landbote. Jahrg. 37. 1916. S. 996—1002; 1020—1027; 1046—1049.)

Von den untersuchten Düngemitteln, für welche eine Gehaltsgewähr angegeben war, wurden 22,4 Proz. als entschädigungspflichtig bezeichnet, von den Futtermitteln wurden 27,9 Proz. beanstandet, 20,1 Proz. außerdem bemängelt. Von den unter Gewährsangabe eingereichten Samenproben entsprachen dieser 40,2 Proz. nicht, von den auf Seide untersuchten Samenproben waren 17,4 Proz. seidehaltig.

Verff. zählen eine große Anzahl verfälschter Futtermittel auf. Unter den zu Fälschungen benutzten Produkten spielen Reis-, Hirse-, Hafer- und Weizenspelzen, Kartoffelschalen, Kakaoschalen, Sonnenblumenschalen, Erdnußhülsen, Obstkerne, vermahlene Mohnkapseln, Torf, Rübensamenstroh und vor allem das Strohmehl sowie Trieurabfälle (Spitzkleie mit Unkräutern wie Vicia angustifolia, Kornrade, Scirpus mucronatus, Cruciferen, Wegerich, Ampfer, Möhre, Spörgel, Vergißmeinnicht, Braunelle) und selbst Holzmehl, Gips, kohlensaurer Kalk, Kochsalz, Sand und die giftigen Mowrarückstände und Rizinussamen eine große Rolle. Durch letztere Futtermittel sind wiederholt Tiere vergiftet worden. Wegen hohen Gehaltes an Brandsporen und Milben wurden nur wenige Futtermittel beanstandet.

W. Herter (Berlin-Steglitz).

Zimmermann, H., Bericht der Hauptsammelstelle für Pflanzenschutz in Mecklenburg-Schwerin und Mecklenburg-Strelitz für das Jahr 1915. (Mitt. d. Landw. Versuchsstat. Rostock. 1916.)

Nach einem kurzen Überblick über den Verlauf der Witterung im Berichtsjahre behandelt Verf. die Krankheiten der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen.

Halmfrüchte. Mit Formaldehydbeize konnte der Steinbrand des Weizens erfolgreich bekämpft werden; in einigen Fällen, in denen das Saatgut zu lange mit der Beizflüssigkeit behandelt worden war, zeigten sich allerdings starke Schädigungen der Keimfähigkeit des Weizens. Mit Antimycel gebeizter Weizen hatte in seiner Keimfähigkeit stark gelitten. Im allgemeinen wurden Brandkrankheiten des Getreides selten beobachtet. — Von den Rostpilzen trat Puccinia coronifera in einzelnen Distrikten sehr stark auf. Die durch Ophiobolus herpotrichus und Leptosphaeria herpotrichoides hervorgerufene Fußkrankheit des Weizens bzw. Roggens zeigte sich im Vergleich mit dem Vorjahre nur selten. — Zur Bekämpfung des Hederichs wurde mit Erfolg Eisenvitriollösung angewendet, während Versuche mit Kalkstickstoff wenig befriedigten. An Ackerdisteln (Cirsium arvense), die von Puccinia compositarum befallen waren, trat eine Capnodiumart sehr stark auf. Gallenbildungen an Cirsium arvense ließen sich auf Aulax spec. zurückführen.

Von tierischen Schädlingen wurde Tylenchus dipsaci an Roggen, Weizen, Hafer und Gerste beobachtet. Hafer hatte viel unter der Milbe Tarsonemus spirifex und unter Fritfliegen (Oscinis frit) zu leiden. Infolge des günstigen Wetters im Spätsommer trat die Hylemyia coarctata so stark an Weizen und Roggen auf, daß viele Felder umgepflügt werden mußten. Die an Wruken massenhaft auftretende Kohlwanze (Eurydema oleraceum) wanderte bisweilen auch auf Hafer aus, jedoch ohne merklichen Schaden anzurichten.

Auf Spätfröste wurde Weißährigkeit des Weizens zurückgeführt. Die Dörrfleckenkrankheit des Hafers zeigte sich auf Feldern, die vor längerer Zeit (10—20 Jahren) starke Kalkdüngungen erhalten hatten.

Rüben. Von den an Zucker- und Runkelrüben beobachteten Schädlingen ist neben Silpha atrata und Cassida nebulosa besonders Agrotis segetum zu nennen, die Schäden bis zu 95 Proz. hervorrief. Bekämpfungsversuche mit Salzwasserlösung hatten keinen Erfolg. Durch Eintreiben von Enten wurden viel Erdraupen vernichtet; Hühner erwiesen sich als ungeeignet, weil sie die ausgepflanzten Rüben herausrissen und die Köpfe der jungen Zuckerrüben durch Scharren verletzten. Auf den von Kohlwanzen (Eurydema oleraceum) stark befallenen Wrukenfeldern wurden Coccinella-Arten beobachtet, die kleine Wanzen verzehrten. Bespritzungsversuche mit Floraevit hatten keinen Erfolg, dagegen bewährte sich das Bewerfen der Pflanzen mit Erde; die mit Erde bedeckten Wruken wuchsen durch und entwickelten sich, wenn auch etwas hinter den übrigen Pflanzen zurückbleibend, weiter.

Kartoffeln. Von den beobachteten Kartoffelschädlingen sei an erster Stelle der Kartoffelkrebs, Chrysophlyctis endobiotica, genannt, der in verschiedenen Bezirken gefunden wurde. Verf. hat versucht, die Besitzer der verseuchten Parzellen zu Vorsichtsmaßregeln (Verbrennung des Krautes, Vernichtung der befallenen Knollen, Aussetzen des Kartoffelbaues auf den betreffenden Feldern) zu veranlassen, hält aber zwecks wirksamer Durchführung der Krebsbekämpfung gesetzliche Maßnahmen für erforderlich. — Schwarzbeinigkeit und Krautfäule (Phytophthora infestans) wurden gelegentlich beobachtet; von tierischen Schädlingen sind Agrotis segetum und Eurydema oleraceum zu nennen.

Hülsenfrüchte. Die vom Verf. im Vorjahre angestellten Versuche über die Brennfleckenkrankheit der Bohnen (Gloeosporium lindemuthianum) wurden fortgesetzt. Es gelangten eine Reihe verschiedener Sorten zum Anbau, die im August und September geerntet und auf Befall untersucht wurden. Bei beiden Besichtigungen blieben je zwei Herkünfte der Zuckerbrechbohne und Ilsenburger Krupbohne von Pilzbefall frei; diese Sorten hatten sich bereits im Vorjahre als widerstandsfähig gezeigt. Hinrichs Riesen und weiße Nieren wurden mehr oder weniger befallen. Von tierischen Schädlingen wurden Aphis papaveris an Bohnen, Bruchus pisi an Erbsen beobachtet.

Klee, Futterkräuter. Sclerotinia trifoliorum, Erysiphe martii und Polythrincium trifolii traten an Klee auf; umfangreichere Schäden wurden durch Feldmäuse angerichtet. Lupinen hatten unter der Lupinenfliege (Anthomyia funesta) zu leiden.

Ölfrüchte. Meligethes aeneus richtete auf Rapsfeldern Schaden an; vereinzelt wurde der Rapserdflohkäfer (Psylliodes chrysocephalus) beobachtet.

Im zweiten Teil behandelt Verf. die Krankheiten gärtnerischer Kulturpflanzen.

Obstgewächse. Von den Parasiten der Obstgewächse seien Roestelia cancellata an Birnen und Sphaerotheca mors uvae an Stachelbeeren genannt. Cheimatobia brumata trat trotz vorschriftsmäßig angelegter Klebgürtel an Birnbäumen auf, deren Zweige z. T. den Erdboden berührten. Carpocapsa pomonella, Grapholitha variegana (an Äpfeln), Malacosoma neustria und Lymantria dispar wurden nur vereinzelt beobachtet. An Himbeeren richtete Otiorhynchus picipes Schaden an.

Gemüsepflanzen. Die Möhrenfliege (Psila rosae) trat zum erstenmal in größerem Umfang auf; auch die Spargelfliege (Platyparaea poecilopter a) richtete viel Schäden an. Von anderen tierischen Schädlingen sind Eurydema oleraceum an Kohl, Anthomyia antiqua an Zwiebeln, Agrotis segetum, Ceutorhynchus sulcicollis und Anthomyia brassicae zu nennen.

Zierpflanzen. An Tulpen wurde eine Fäulnis beobachtet, die auf Nematoden zurückzuführen war. Otiorhynchus sulcatus trat in einer Gärtnerei an Alpenveilchen auf.

Der dritte Teil des Berichtes behandelt die Forstgehölze. An Kiefern wurde Lophodermium pinastri beobachtet. Eichen hatten unter Mehltau und der Miniermotte Tischeria complanella zu leiden. An Buchen rief Hormomyia piligera starke Gallenbildungen hervor; in einem alten Buchenbestand trat Cryptococcus fagi in erheblichem Umfange auf. Gelegentlich wurden Rhytisma acerinum an Ahorn, Nectria cinnabarina an Ulmen, Valsa oxystoma an Erlen und Melampsora salicina an Weiden beobachtet.

Ein ausführliches Inhaltsverzeichnis ermöglicht eine schnelle Orientierung. Riehm (Berlin-Dahlem).

Kornauth, K., Bericht über die Tätigkeit der k. k. landw. bakteriologischen und Pflanzenschutzstation in Wien im Jahre 1914. (Zeitschr. f. das landw. Versuchsw. in Österr. Jahrg. 18. 1915. S. 180.)

Entsprechend dem starken Auftreten von Mäusen und Ratten wurden gegen das Vorjahr größere Mengen von Löfflerschen Mäusetyphus- und Danyzsschen Rattenbacillus-Kulturen abgegeben und zwar 38 412 Mäusebacillus- und 2177 Rattenbacillus-Kulturen. Was die Organisation des Pflanzenschutzes anbetrifft, so wurde dieselbe weiter ausgebaut und auch der Einlauf stellte sich günstig. Es gelangten insgesamt 370 tierische und 438 pflanzliche Objekte zur Erledigung; außerdem wurden 239 zoologische, 116 botanische und 65 allgemeine Anfragen beantwortet. Von pilzlichen Krankheiten der Kulturgewächse wurden die folgenden beobachtet: Rostpilze auf Getreidearten, Schwarzbeinigkeit der Kartoffeln, Peronospora parasitica Tul. auf Karfiol, Kohlhernie, Thielavia basicola Zopf und Gloeosporium Lindemuthianum Sacc. et Magn. an Bohnen; dann im Obstbau: Fusicladium dendriticum Fckl. und F. pirinum Fckl., Clasterosporium carpophilum Aderh., Gymnosporangium Sabinae Wint., Monilia cinerea Bon., Exoascus deformans Fckl. und Podosphaera leucotricha (Ell. et Everh.) Salm; am Weinstock Uncinula necator Burr. = Oidium Tuckeri Berk.; an Stachelbeeren Sphaerotheca mors uvae Curt. et Berk.; an Rosen Sphaerotheca pannosa Lev. und Phragmidium subcorticium Wint.; auf Mistbeetpflanzen Spumaria alba. Von tierischen Schädlingen seien die folgenden hervorgehoben: Raupen der Weizeneule (Agrotis tritici L.) auf Weinstöcken, Raupen des Rhombenspanners (Boarmia gemmaria Br.) und Lygus spinolae auf Weinreben, kleiner Frostspanner (Cheimatobia brumata L.) in Obstkulturen, in denselben auch Blattläuse, rote Stachelbeermilbe (Bryobia ribis Thoms.) auf Stachelbeerkulturen, ungleicher Borkenkäfer (Anisandrus dispar F.), Schildlaus (Lecanium corni Bché) auf Johannisbeersträuchern und auf Wein, Springwanze (Halticus sp.) auf Gurkenpflanzen, Incurvaria rubiella Bjk. in Himbeerknospen, Graseule (Charaeas graminis L.) auf Wiesen und Weideflächen, Larven der Kohlfliege auf Kohl- und Krautarten und Schnakenarten (Tipulidae). Als Schädlinge der Ziergärtnerei seien hervorgehoben: Emphytus cinctus (Klug.) auf Rosen, Lygus sp. auf Chrysanthemen und Diestrammena unicolor Brunn. in Glashäusern. Festgestellt wurde ferner, daß eine in Dalmatien immer mehr um sich greifende, der Akarinose im Habitus nicht nur ähnliche Verkümmerung des Weinstockes mit Sicherheit identisch erscheint mit jenen physiologischen Kümmerungserscheinungen, die Pantanelli als Roncetkrankheit oder Krautern (Arricciamento, Reisigkrankheit, Court-noué) beschrieben hat. Die durch Gallmilben verursachte Kräuselkrankheit des Weinstockes, die Akarinose, wurde nur sehr vereinzelt beobachtet. Stärkeren Blätterfraß verursacht auch der Rüsselkäfer Otiorrhynchus corruptor Host. Jaq. auf amerikanischen Reben in Schnittweingärtenanlagen.

In eingehender Weise beschäftigte sich die Pflanzenschutzstation, wie in den Vorjahren, mit wissenschaftlichen Arbeiten, die die verschiedensten Probleme zum Gegenstand hatten. So wurden Bekämpfungsversuche mit Loefflerschem Mäusetyphusbacillus und Danyzsschem Rattenbacillus gegen die immer mehr zu einer Landplage werdenden Bisamratte (Fiber zibethicus Cuv.) eingeleitet, die aber noch kein abschließendes Urteil zulassen. Die Versuche über Gurkensäuerung wurden weiter fortgesetzt. Die mit Bacillus tumefaciens Sm. (dem von Smith gefundenen Wurzelkropferreger) an Zuckerrüben zur Erregung des Wurzelkropfes angestellten Impfversuche hatten vollen Erfolg, indem es gelang, Wurzelkröpfe bis zur Faustgröße hervorzurufen. Weitere Untersuchungen betrafen die durch den Schleimpilz Spongospora Solani Brunch. hervorgerufene Schorfkrankheit der Kartoffel, die Chlorose bei Wein und verschiedenen Obstarten und die Wirksamkeit des Peronosporabekämpfungsmittels „Perocid“. Eingehende Versuche wurden mit einer Reihe von Bespritzungsmitteln zur Bekämpfung der Johannisbeergallmilbe (Eriophyes ribis Nal.), des nordamerikanischen Stachelbeermehltaues, der Larven der gelben Stachelbeerblattwespe (Nematus ribesii Scop.), der Birnblattbuckelwanze (Stephanitis piri Geoffr.), des Frostspanners (Cheimatobia brumata L.), des Blattrippenstechers (Rhynchites pauxillus Germ.), des Traubenwicklers, des Heuwurms, des Spargelkäfers (Crioceris asparagi L.), der Minierfliege (Phytomyza horticola Gour.), der Kammhornblattwespe (Cladius pectinicornis Fourcr.) usw. durchgeführt. Auf diese Versuche muß verwiesen werden, sowie auf diejenigen Spritzversuche, die die Empfindlichkeit verschiedener Obstsorten erweisen sollten. Zum Schluß sei noch erwähnt, daß auch eine kleine Rauchhausanlage errichtet wurde, zum Studium der Wirkung der Abgase auf Halmfrüchte, Obst- und Weinanlagen und auf wertvollere Gartenpflanzen. Infolge der eingetretenen Kriegsereignisse konnten die begonnenen Versuche nicht beendet werden.

Stift (Wien).

Kornauth, K., Tätigkeitsbericht der k. k. landw.-bakteriologischen und Pflanzenschutzstation in Wien über das Jahr 1915. (Ztschr. f. d. Landw. Versuchswes. in Österr. Jahrg. 19. 1916. S. 204.)

Aus dem überreichen Inhalte des Jahresberichtes, dessen pflanzenschutzlicher Einlauf sich auf 354 tierische und pflanzliche Objekte und 735 diesbezügliche Anfragen, dazu kommend 22 585 Kulturen von Mäusebacillus und 3064 Kulturen Rattenbacillus, erstreckt, seien folgende bemerkenswerte Einzelheiten hervorgehoben: Die ungünstigen Witterungsverhältnisse begünstigten in besonderem Maße verschiedene bekannte pilzliche Krankheiten der Kulturpflanzen, die daher stärker als in früheren Jahren hervortraten. Der Bericht führt sie einzeln an. Außer den Krankheiten der Kartoffel, des Kohls, der Getreidearten, des Weines und des Obstes werden auch die Beschädigungen der Zierpflanzen hervorgehoben. Die Maden der Narzissenfliege (Merodon equestris F.) wurden in Amaryllis-Zwiebeln gefunden. In stärkerem Maße sind der Getreidelaufkäfer und der Feldmaikäfer aufgetreten, ferner die Kirschblattwespe und die Birngespinstblattwespe. Abweichend von den bisherigen Angaben hinsichtlich der Biologie des Springwurmwicklers (Oenophtira pilleriana Schiff.) konnte für niederösterreichische Verhältnisse festgestellt werden, daß bereits Ende April die ungefähr 2 mm langen Räupchen im Innern der eben hervorbrechenden, ungefähr 1 cm langen Triebknospen meist vergesellschaftet zu einer Zeit vorgefunden wurden, wo die jungen Blättchen noch vollständig gefaltet über dem Knospenkern zusammengeneigt waren. Die Hauptfraßzeit ist Mai, Anfang Juni Beginn der Verpuppung, Ausschlüpfen des ersten Falters 20. bis 25. Juni. Angeblich sollen die Schädlinge, die an verschiedenen Schlupfwespen und Schlupfwespenverwandten natürliche Feinde besitzen, nur eine Generation im Jahre haben.

Die wissenschaftlichen Arbeiten der Station waren namentlich den Spritzmaßregeln gegen verschiedene Pilzkrankheiten und der Prüfung neuer Präparate auf ihre Brauchbarkeit gewidmet. Gegen die Blattfallkrankheit (Peronospora viticola de By.) wurden neben Kupferkalk auch noch Martinibrühe, Bosnapaste, Perozid und Rohperozid versucht. Über die Resultate wird eingehend berichtet werden. Die drei letztgenannten Präparate wurden auch im Obstbau hinsichtlich ihrer Eignung zur Schorfbekämpfung verwendet. Ein abschließendes Urteil kann aber noch nicht gefaßt werden. Kaliumpermanganat als Schwefelersatzmittel zur Bekämpfung des Oidiums des Weinstockes war als 0,1- und 0,2proz. Lösung unzureichend. Im Gemisch mit einem Kalkstein bewährte sich das Kaliumpermanganat als Bestäubungsmittel wohl besser, kann aber wegen seiner geringen Luftbeständigkeit und heiklen Verwendung nicht empfohlen werden. Eingehende Versuche betrafen die Bekämpfung des Springwurmwicklers durch Bespritzung der Weinstöcke mit nikotinhaltigen Präparaten im Gemisch mit Schmierseife und Schwefelkohlenstoff. Daneben wurde auch eine 2 Proz. Chlorbariumlösung mit Melassezusatz versucht. Da durch alle diese Versuche ein völlig ausreichender Erfolg gegen den Springwurm im Frühjahr sofort bei Auftreten des Fraßes nicht erreicht worden ist, so können die angewendeten Spritzmittel als ausreichender Ersatz der bisher geübten manuellen Vernichtung des Schädlings vorläufig nicht vorgeschlagen werden. Versuche zur Bekämpfung des Apfelwicklers mit einer 1½proz. Aufschwemmung von Saxoniableiarseniat in Pastenform ergaben bei zweimaliger Bespritzung ein gutes Resultat. Weitere Versuche erstreckten sich auf die Verwendung verschiedener Arsenpräparate als Bespritzungsmittel gegen unterschiedliche Krankheiten an Rosen und Fuchsien. Die Konzentrationen der Lösungen sind genau einzuhalten, da schon geringe Überschreitungen Verbrennungserscheinungen an den Pflanzen hervorrufen. Die Larven der Spargelkäfer (Crioceris asparagi L. und C. 14-punctata Scop.) wurden durch Bespritzung mit einer Lösung von 1 Proz. Tabakextrakt und ¼ Proz. Demilysol vernichtet. Die in der Schweiz empfohlene Lösung von 12,5 g Kaliumpermanganat in 10 l Wasser erwies sich bei Bespritzung einiger stark mit Blutläusen besetzter wagerechter Kordons als völlig wirkungslos, da die Lösung in Tropfen von dem Wachspelz der Blutlausherde ablief, ohne die Tiere zu benetzen und zu beschädigen; unbeschädigt blieben auch die Blätter der behandelten Kordons. Unvollkommen benetzend wirkte auch gegen Blutläuse eine Lösung von ½ Proz. Demilysol und 1 Proz. Soda, während dagegen durch die gründliche Bespritzung eines stark befallenen Apfelkordons mit einer Lösung von 75 ccm Nicotine titrée, 12,5 ccm Demilysol und 5 l Wasser die Blutläuse gut benetzt wurden und sämtlich nach einer Woche abgestorben waren. Das Präparat „Formacon“, bestehend aus

90 Proz. Zement und 10 Proz. Paraform, hat als Bespritzungsmittel gegen verschiedene Blattlausarten keine Einwirkung erkennen lassen. Gegen die Larven der Kirschblattwespe auf Birnen wurde durch eine einmalige Bespritzung mit einem Gemisch von 2 kg Tabakextrakt, 1 l Petroleum, ¼ l Lysol und 100 l Wasser ein vollständiger Erfolg erzielt. Ein Gemisch von 4proz. Schwefelkalkbrühe mit 2 Proz. Tabakextrakt war zwar wegen Niederschlagsbildung sehr schwer verspritzbar, in seiner Wirkung aber gegen Birnsauger (Psylla pyrisuga Först.), Birnblattpockenmilbe (Eriophys pyri Pgst.) und Spinnmilben (Tetranychiden) unverkennbar gut. Das Desinfektionsmittel Sanatol hat sich erst unter 1¼ Proz. als laubunschädlich erwiesen. Das neue Mäuse- und Rattengift „Orwin" der chemischen Fabrik Labor in Posen verdient deshalb besondere Beachtung, als damit ein bisher nicht verwendetes Gift in die Praxis der Mäuse- und Rattenbekämpfung eingeführt wurde. Weitere Versuche mit diesem Präparat (dasselbe wies einen Gehalt von 27,69 Proz. Natriumsilicofluorid [Na_2SiFl_6] auf und als Unterlage Palmkernmehl) und anderen Mäuse- und Rattenbekämpfungsmethoden sind im Gange. Stift (Wien).

An die Herren Mitarbeiter!

Da die jetzigen Verhältnisse in den Druckereien, vor allen Dingen aber die sich empfindlich bemerkbar machende Papierknappheit, das Erscheinen auch der wissenschaftlichen Zeitschriften unliebsam beeinflussen, sehen sich die Unterzeichneten veranlaßt, an die Herren Mitarbeiter die Bitte zu richten, sich bei der Abfassung ihrer Arbeiten auf das unbedingt Notwendige und wirklich Neue zu beschränken und die Manuskripte recht deutlich, am besten mit der Schreibmaschine, zu schreiben.

Es ist, wenn ein regelmäßiges und vor allen Dingen auch rasches Erscheinen der eingelieferten Abhandlungen ermöglicht werden soll, mit größter Sorgfalt auf folgende Punkte zu achten:

1. Arbeiten, die einen Umfang von mehr als 1½ Druckbogen ergeben, sind unbedingt zu vermeiden. Es empfiehlt sich daher, sich den gegenwärtigen Verhältnissen durch möglichste Kürze anzupassen.
2. Abbildungen im Texte, vor allen Dingen aber Tafeln, sind auf das Allernötigste zu beschränken, wobei noch darauf zu achten ist, daß ein möglichst einfaches Reproduktionsverfahren gewährleistet ist.
3. Umfangreiche Literaturangaben, geschichtliche Einleitungen, Krankengeschichten, allzu eingehende Beschreibungen von Präparaten, umfangreiche Tabellen, Kurven usw. sind möglichst zu vermeiden, oder müssen unter Umständen von der Redaktion gekürzt oder gestrichen werden.
4. Die Zahl der Sonderabzüge ist mit Rücksicht auf die große Papiernot möglichst auf die vom Verlage vorgesehene Anzahl von 20 Exemplaren zu beschränken.

Verlag und Redaktion
des Centralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde
und Infektionskrankheiten.

Inhalt.

Original-Abhandlungen.

Gassner, Gustav, Untersuchungen über die Sortenempfänglichkeit von Getreidepflanzen, S. 185.

Herter, W., und **Fornet, A.,** Studien über die Schimmelpilze des Brotes, S. 148.

Nolte, Otto, Über die Denitrifikation bei Gegenwart von schwer zersetzlichen organischen Substanzen, S. 182.

Wehmer, C., Verlust des Oxalsäure-Bildungsvermögens bei einem degenerierten Aspergillus niger, S. 145.

Zikes, Heinrich, Über den Einfluß der Konzentration der Würze auf die Biologie der Hefe, S. 174.

Referate.

Bericht der agrikulturchemischen Versuchsstation für die Provinz Brandenburg und des Instituts für Versuchswesen und Bakteriologie an der Königl. Landw. Hochschule Berlin, S. 249.

Blackman, V. H., and **Paine, S. G.,** A recording Transpirometer, S. 247.

Blakeslee, A. F., Lindners roll-tube method of separation cultures, S. 247.

Blanck, E., Der exakte Vegetationsversuch in seiner praktischen Ausführung, S. 246.

Boggs, Thomas R., and **Pincoffs, M. C.,** A method for the study of morphology and reproduction in filamentous organisms, S. 246.

Clark, William Mansfield, „The Reaction“ of bacteriologic Culture Media, S. 245.

Foerster und **Filter,** Bericht der Landwirtschaftlichen Kontrollstation Berlin über die Tätigkeit im Jahre 1915, S. 249.

Hedicke, H., Herbarium tierischer Fraßstücke, S. 248.

Juel, O., Dr. Eliassons „Index fungorum exsiccatorum“, S. 248.

Kerner v. Marilaun, A., Pflanzenleben. 3. Aufl., S. 243.

Kornauth, K., Bericht über die Tätigkeit der k. k. landw. bakteriologischen und Pflanzenschutzstation in Wien im Jahre 1914, S. 252.

—, Tätigkeitsbericht der k. k. landw.-bakteriologischen und Pflanzenschutzstation in Wien über das Jahr 1915, S. 253.

Lindner, Paul, Das Gaslichtpapier als Ersatz für die Glasplatten bei mikrophotographischen Aufnahmen, S. 247.

McCrady, M. H., The numerical interpretation of fermentation tube results, S. 247.

Reum, W., Gefährdung von Insektensammlungen durch den Schimmelpilz, S. 248.

Rogers, L. A., The preparation of dried cultures, S. 244.

Schmidt, Hugo, Cecidologisches Herbar, S. 247.

—, Fraßstück-Herbar, S. 247.

—, Herbar pflanzenschädlicher Pilze, S. 247.

—, Minen-Herbar, S. 247.

Wehmer, C., Praktische Sammlungskästen und Schränke für Mikroorganismen-Reinkulturen, S. 248.

Weiß, J. E., „Herbarium pathologium“, S. 247.

Vedder, Edward B., Starch agar, a useful culture medium, S. 246.

Zimmermann, H., Bericht der Hauptsammelstelle für Pflanzenschutz in Mecklenburg-Schwerin und Mecklenburg-Strelitz für das Jahr 1915, S. 250.

Die Herren Mitarbeiter werden höflichst gebeten, bereits fertiggestellte Klischees — falls solche mit den Manuskripten abgeliefert werden — nicht der Redaktion, sondern direkt der Verlagsbuchhandlung Gustav Fischer in Jena einzusenden.

Abgeschlossen am 11. April 1919.

Hofbuchdruckerei Rudolstadt.

Centralblatt für Bakt. etc. II. Abt. Bd. 49. No. 10|13.
Ausgegeben am 21. Juni 1919.

Zusammenfassende Übersichten.

Nachdruck verboten.

Über im Jahre 1916 veröffentlichte bemerkenswerte Arbeiten und Mitteilungen auf dem Gebiete der tierischen und pflanzlichen Feinde der Zuckerrübe.

Von Regierungsrat **A. Stift**, Wien.

A. Tierische Feinde.

Milliken[1]) berichtet über das schädliche Auftreten der 4 Heuschreckenarten Melanoplus differentialis, M. bivittatus, M. atlanus und Aeoloplus bruneri in Kansas (U. S. A.) in den Jahren 1911—1913 an Zuckerrübe und Gartengewächsen, als der am meisten schädlichen Heuschreckenformen, bringt außer der Artbeschreibung Angaben über Lebensweise, Eiablage und Entwicklung der Schädlinge und macht die bekannten Abwehrmittel (Zerstören der Eier durch Pflügen, Eggen und Behacken, vergiftete Kleieköder, „hopperdozer" — eigene Fangvorrichtung für Hüpfer —, Abbrennen usw.) namhaft. Stehlik[2]) beobachtete auf blühenden Samenrüben in großer Menge Schnellkäfer der Arten Agriotes lineatus und A. obscurus, die sich vom Blütenstaub ernährten und sah selbst einen Schnellkäfer, der innerhalb 10 Minuten den Blütenstaub einer ganzen Blüte verzehrte. Zum Einfangen der Käfer wurde eine Vorrichtung konstruiert, die aus einem besonderen Fangsack aus Wachsleinwand bestand, deren glatte Seite nach innen gegeben wurde, damit den gefangenen Käfern ein Herauskriechen aus dem Sack unmöglich gemacht ist. Den Rand der Sacköffnung bildet ein starker Eisendraht von Hufeisenform. Zwecks Einfangung der Käfer wird der Fangsack vorsichtig mit dem offenen Teile an die Samenrübenstaude angelegt und dann die Staude abgeklopft. Die Käfer fallen sogleich in den Sack. Zu dieser Fangarbeit sind 2 Leute erforderlich; einer hält den Sack, der andere schüttelt die Käfer ab. Auf diese Weise wurden in einem halben Tage auf einem Metzen Feld 6000 Schnellkäfer gefangen, die durch heißes Wasser oder Benzin getötet werden. Beim Einfangen ist zu beachten, daß sich hierzu nicht jeder beliebige Tag und auch nicht jeder Ort eignet. Bei ungünstiger Witterung sind die Käfer versteckt, während sie sich an schönen warmen Tagen massenhaft auf der blühenden Samenrübe vorfinden können. Man muß daher zur Blütezeit öfters Nachschau halten und dementsprechend das Fangen vornehmen. Das Abfangen muß an denselben Stellen einigemale wiederholt werden. Jedenfalls erscheint es nicht nur geboten, den Larven der Schnellkäfer, den sogenannten Drahtwürmern, durch Einsammeln an den Leib zu gehen, sondern auch den Käfern selbst, wozu sich der Fangsack als bequemes und billiges Mittel eignet. Der Käferfang fällt anfangs Juli, also in einer Zeit, wo diese Arbeit ordentlich ausgeführt werden kann. Zum Einfangen der Käfer an Orten, wo die Drahtwürmer erfahrungsgemäß in reichlicher Menge vorkommen, empfiehlt sich daher der Fangsack, wozu allerdings das Anpflanzen von Samenrüben notwendig ist. Hierzu genügt aber, eine kleine Bodenfläche mit Samenrüben in anfälligen Feldern zu bestellen.

---

[1]) Experim. Stat. Rec. Vol. 34. 1916. p. 158.

[2]) Zeitschr. f. Zuckerind. in Böhmen. Jahrg. 40. 1916. S. 469.

Nach der Mitteilung von Uzel[1]) kamen auf den Blütenständen der Samenrüben aus der Umgebung von Prag in größerer Anzahl Springkäfer vor und zwar nicht die schädlichen Elateridenarten, deren Larven Drahtwürmer genannt werden, sondern die Art Agriotes ustulatus Schall und ihre dunkle Varietät (flavicornis Panz.). Schäden sind bisher nicht bekannt geworden und dürften sich die Käfer auch nur von den Honigsäften der Blütenstände der Rübe nähren. Ob wirklich Beschädigungen durch das Auftreten der Käfer entstehen, müßten nähere Untersuchungen erst lehren. Die Käfer bringen zweifellos dadurch einen Nutzen, daß sie durch Übertragung des Pollens zur Befruchtung der Samenrüben beitragen.

Ein stärkeres Auftreten des schwarzen Aaskäfers in Pommern gibt Kleine[2]) Veranlassung, über die Lebensweise und Bekämpfung dieses Schädlings einige Mitteilungen zu machen. Ein wesentlicher Unterschied zwischen den rübenbewohnenden Aaskäfern und den echten Aasfressern liegt darin, daß, während die letzteren das Aas hauptsächlich aufsuchen, um ihre Brut darin abzusetzen, die ersteren ganz bestimmte Pflanzen aufsuchen, um an ihnen oder wenigstens in ihrer Nähe die Brut unterzubringen. Eine Lieblingspflanze der Käfer ist die Melde, die, wie die Zucker- und Futterrüben, in die Familie der Gänsefußverwandtschaft gehört und die in erster Linie den Schädling anlockt und seiner Nachkommenschaft zur Nahrung dient. Der Übergang von der Melde zur Rübe ist also ein sehr leichter, da er sich in den Grenzen der Pflanzenverwandtschaft bewegt. Es befällt also nicht der entwickelte Käfer die Rübe, sondern seine kellerasselartige Larve, die durch Abfressen der Blätter und unter Umständen durch Anfressen des Wurzelhalses die in der ersten Entwicklung befindlichen Rüben arg schädigen kann. Da nun die Melde die eigentliche Stand- und Nahrungspflanze des Aaskäfers ist, so erscheint ihre radikale Vertilgung geboten. Da Schnecken ein beliebtes Futter der Aaskäfer sind, so empfiehlt es sich, unter ausgelegten Säcken ein genügendes Quantum zerquetschter Schnecken zu legen und die Säcke von Tag zu Tag zu kontrollieren. Auch das Eintreiben von Hühnern wäre in Erwägung zu ziehen. Ein Bestreuen mit Düngemitteln hat keinen Erfolg gehabt. Ein starkes Anwalzen könnte eventuell helfen, da die Larve äußerst zarthäutig und empfindlich ist. Beachtenswert ist auch die Erscheinung, daß der Befall der sehr zeitig gedrillten und demnach auch in der Entwicklungszeit der Larve schon verzogener Schläge ein sehr starker war, während die daneben befindlichen, etwas später gedrillten und verzogenen Schläge fast vollständig verschont geblieben sind. Was schließlich die Bekämpfung mit arsenhaltigen Spritzmitteln anbetrifft, so ist dazu eine fahrbare Spritze notwendig, die wohl helfen, unter Umständen aber auch das Gegenteil des beabsichtigten Erfolges herbeiführen kann. Es ist nämlich niemals möglich, alle Pflanzen zu vergiften, und dann kann der Fall eintreten, daß die Larven einige Tage hungern und hierauf das nachschießende unvergiftete junge Grün derart befallen, daß die Pflanzen dadurch zugrunde gehen müssen.

---

[1]) Zeitschr. f. Zuckerind. in Böhmen. Jahrg. 40. 1916. S. 466.

[2]) Pommernblatt. Jahrg. 19. 1916. S. 381.

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

Zimmermann[1]) fand, daß beim Auftreten der Larven des Aaskäfers (Silpha atrata) eine Kopfdüngung von Thomasmehl und Kainit die Pflanzen sehr gekräftigt hat. Die Schädlinge treten besonders stark während Hitze und Dürre auf. Anscheinend hat gegen den Schädling auch das Walzen der befallenen Flächen geholfen.

Nach Zimmermanns[2]) Beobachtungen wurde die alte Erfahrung bestätigt, daß die Schildkäfer (Cassida nebulosa) von der stark befallenen Melde auf die Rüben übergingen; dort, wo die Melde in den Rübenschlägen rechtzeitig entfernt war, fehlten auch die Käfer. Durch den Befall wurden die Rüben stark in ihrer Entwicklung gehemmt, erholten sich zwar später, blieben aber doch etwas im Ertrag zurück. Regen im August brachte die Käfer zum Verschwinden.

Zimmermann[3]) beobachtete ferner in einer Reihe von Fällen, daß die Erdraupen (Agrotis segetum) nicht nur weitverbreitet, sondern auch sehr schädigend aufgetreten sind. Krähen waren eifrige Sammler, Regen brachte auch viele Raupen zum Verschwinden. In einigen Fällen traten die Raupen mit dem Auflaufen der Rüben auf und blieben bis zur Ernte, so daß der Schaden auf 95 Proz. geschätzt wurde. Versuche, die Pflanzen mit Kochsalzlösung zu begießen, hatten keinen Erfolg. Mehrere Generationen wurden nicht beobachtet, wohl aber Raupen von verschiedenem Alter und von verschiedener Größe. Eine kalkarme Düngung blieb ohne Wirkung auf die Erdraupen und den als Nebenschädling auftretenden Schildkäfer; auch eine starke Kainitdüngung hatte nicht geholfen. Enten haben sich als Bundesgenossen sehr bewährt, während sich die Hühner als ungeeignet erwiesen haben, da sie die Rüben herausreißen und sogar die Köpfe der Zuckerrüben durch Scharren verletzen.

Über Versuche zur Bekämpfung tierischer Schädlinge mit Giften berichtet Schwartz[4]). An vorliegender Stelle interessieren die folgenden Feststellungen: Chlorphenolquecksilber wurde als trockenes Pulver rein und mit weißem Bolus vermischt gegen Raupen des Kohlweißlings (Pieris brassicae L.) und schwarze Blattlaus (Aphis evonymi Fabr.) zur Anwendung gebracht; es steht in seinem Werte als Insektengift hinter anderen, für den Menschen ungefährlicheren und leichter anwendbaren Mitteln weit zurück. Contraphin tötete, in wässeriger Lösung 1 : 150, als Spritzmittel die Raupen des Kohlweißlings sicher ab. Zur Abtötung der schwarzen Blattläuse war eine Verdünnung im Verhältnis von 1 : 200 erforderlich. Terpipetrol wirkte auf Kohlweißlingsraupen und Blattläuse nicht besser als die billig herstellbare einfache Petroleumseifenbrühe. Therapogen übertraf die gebräuchlichen Nikotin- und Quassiaseifen in ihrer Wirkung auf Blattläuse nicht. Gegen Kohlweißlingsraupen blieb es in Verdünnungen von weniger als 10 Proz. Gehalt unwirksam. Vakuumöl wirkte als Berührungsgift auf Insekten nicht anders als andere Öle.

Schander und Krause[5]) heben verschiedene Fälle hervor, bei denen Rübenfelder durch das Auftreten der Runkelfliege (Anthomyia conformis) auf den Blättern außerordentlich geschädigt worden sind. Zur Bekämpfung, die infolge der Lebensweise des Schädlings eine immerhin schwierige ist, empfiehlt sich zunächst ein möglichst sorgfältiges Absammeln und Verbrennen befallener Blätter, bei starkem Befall ist der Acker im Herbst wenigstens 36 cm tief zu pflügen, um die in der Erde überwinternden Puppen so weit unterzubringen, daß ihnen ein späteres Ausschlüpfen unmöglich gemacht wird. Ferner ist in Gegenden mit starkem Fliegenschaden eine stärkere Aussaat und eine kräftigere Mineraldüngung zu empfehlen; Stalldünger ist möglichst zu vermeiden, eventuell schon im Herbst gut einzuackern. Melde, Bilsenkraut und Gänsefuß, die auch als Nährpflanzen der Fliegen in Betracht kommen, sind schon im Herbst zu vernichten und die Wege- und Feldränder stets kurz zu halten.

---

[1]) Ber. d. Hauptsammelst. f. Pflanzenschutz in Mecklenb.-Schwerin u. Mecklenb.-Strelitz f. d. Jahr 1915. Stuttgart 1916. S. 51.

[2]) Ebenda S. 52.

[3]) Ebenda S. 53.

[4]) Ber. üb. d. Tätigk. d. Kaiserl. Biolog. Anst. f. Land- u. Forstwirtsch. i. d. Jahr. 1914 u. 1915. 10. u. 11. Jahresber. Berlin 1916. S. 15.

[5]) Ber. üb. Pflanzenschutz d. Abt. f. Pflanzenkrankh. d. Kaiser Wilhelms-Instit. f. Landwirtsch. in Bromberg. Die Vegetationsperiode 1913/14. Berlin 1916. S. 104.

Die Runkelfliege gibt nach der Beobachtung von Uzel[1]) der Samenrübe den Vorzug vor der einjährigen Rübe. Bei einem starken Befall der Samenrüben bleiben auch die winzigen, in den obersten Teilen des Blütenstandes befindlichen Blätter nicht verschont. Jedes Blatt enthält eine Larve. Ein natürlicher Bundesgenosse ist die Schlupfwespe Opius nitidulator Neer., die der Larve durch die Oberhaut des Blattes hindurch die Eier einsticht, worauf dann die ausgeschlüpfte Schlupfwespenlarve die Fliegenlarve verzehrt und dadurch manche Zuckerrüben rettet. Die Schlupfwespe kann man längere Zeit hindurch in Gefangenschaft am Leben erhalten, indem man in eine Eprouvette ein Stück Rübenblatt legt, dasselbe mit Zuckerwasser besprengt, einige Schlupfwespen in die Eprouvette gibt und dieselbe dann mit einem Wattebausch verschließt. Ein Versand ist dadurch leicht gegeben.

Hartung und Severin[2]) haben von kräuselkranken („curly top") Zuckerrüben 500 Exemplare der Zikade Eutettix tenella (die bekanntlich bei der Krankheitsübertragung beteiligt sein soll), mit dem Streifnetz abgefangen und zwecks Beobachtung der natürlichen Feinde (Parasiten) des Schädlings eingezwingert. Nach 3 Wochen wurden im September 1913 aus 12 toten Zikaden 12 Fliegenpuppen erhalten, die u. a. 2 von F. Knab als neu beschriebene Fliegen (Pipunculus industrius und P. vagabundus) lieferten; 4 Jassiden (insgesamt 3,2 Proz. aller Zikaden) waren von Dryiniden parasitiert. Das Parasitenvorkommen im Jahre 1914 ist in Tabellenform zusammengestellt; 33,6 Proz. aller Zikaden waren von Parasiten befallen. Außerdem wurde auch eine durch einen Pilz verursachte Erkrankung der Zikaden festgestellt.

Uzel[3]) schildert das Leben und Treiben auf einer von der schwarzen Blattlaus befallenen Samenrübe. Der starke Geruch der blühenden Samenrübe lockt zuerst die Schwebefliegen an, deren Weibchen die Eier zwischen die auf den Blättern befindlichen Blattläuse legen. Die Schwebefliegenlarven verschlingen dann die Blattläuse, allerdings bei deren erstaunlicher Vermehrung nur einen geringen Teil. Weil die Blattlausexkremente sehr süß sind und viele Nährstoffe enthalten, werden sie außer von den Schwebefliegen auch noch von anderen Fliegen, auch selbst von Nachtfaltern, besucht und verzehrt. Von den Nachtfaltern ist in erster Linie die Wintersaateule zu nennen, deren Nachkommen — die Erdraupen — unter Umständen an der Rübe großen Schaden verursachen können. Als Bundesgenossen des Menschen erscheinen dann die großen Laufkäfer (Carabus cancellatus und granulatus), ferner Kröten und Spitzmäuse. Durch die Beseitigung der klebrigen Blattlausexkremente leisten die verschiedenen Insekten der Zuckerrübe auch insofern große Dienste, als sie dem Rußtaupilz und auch anderen Pilzen, die der keimenden Zuckerrübe einen bedeutenden Schaden zufügen können, wie z. B. Phoma betae, die Existenzmöglichkeit rauben. Bei weiterer Vermehrung der Blattläuse erscheinen sodann in Menge die Marienkäferchen (Coccinella), die Goldaugen (Chrysopa) und besonders kleinwinzige Schlupfwespen aus den Familien der Proctotrupidae und Chalcididae, die es mit Hilfe eines gewissen Pilzes (Entomophthora aphidis Hoffm.) zuwege bringen, die Blattläuse auszurotten. (Vielleicht unter günstigen Verhältnissen, sonst aber kann man höchstens nur von einer Dezimierung sprechen. Der Ref.)

---

[1]) Zeitschr. f. Zuckerind. in Böhmen. Jahrg. 40. 1916. S. 466.

[2]) Experim. Stat. Rec. Vol. 33. 1916. p. 747.

[3]) Zeitschr. f. Zuckerind. in Böhmen. Jahrg. 40. 1916. S. 464.

Schander und Krause[1]) haben neuerdings beobachtet, daß die Weiterverbreitung der Blattläuse besonders durch das ganz auffallend starke Auftreten ihrer Feinde, besonders des Marienkäfers und seiner Larve, behindert worden ist. Leider wird die nützliche Tätigkeit dieses Bundesgenossen immer noch zu wenig erkannt.

Shaw[2]) berichtet über seine seit 1912 geführten Studien über den Rübennematoden und nimmt auch Bezug auf die sehr umfangreiche, aber sehr verstreute europäische Literatur der letzten 60 Jahre. (In englischer Sprache ist über diesen Gegenstand bisher erst wenig erschienen.) Gegenwärtig ist der Schädling sehr weit verbreitet und findet sich im größten Teil von Europa, auf den Azoren und in den Vereinigten Staaten von Amerika, gerade in den 2 ältesten Rübenbaugebieten, nämlich in Californien und in Utah. Für die Verschleppung der Nematoden kommen unter anderen Umständen die Feldgeräte, Wasser und Füße der Feldgänger in Betracht. Für die Lebensgeschichte der Nematoden sind die sogenannten braunen Cysten von besonderer Bedeutung; diese Cysten vertragen in beträchtlichem Grade Hitze, Kälte und Austrocknung und zeigen selbst nach 4—5 Jahren noch lebenskräftige Eier und Larven; Erhitzung auf 63° C, eine Minute lang, tötete jedoch alles Leben in der Cyste ab. Die Entwicklungsdauer der Nematoden beansprucht 4—5 Wochen, so daß 6—7 Generationen des Schädlings im Jahr auftreten können. Jedes Weibchen produziert 350—400 Eier. Der Parasit befällt während seines Larvenzustandes die Pflanzen und verursacht durch seinen Befall tiefgreifende Veränderungen in der Entwicklung und im Ertrag der Wirtspflanze. (Es ist ein Verzeichnis der besonders anfälligen Pflanzen angeführt.) Das Aushungern der Älchen im Boden kann nur durch geeignete Fruchtfolge erzielt werden. Kleine Befallstellen werden durch Gräben, die mit Kalk gefüllt sind, isoliert. Die Fangpflanzenmethode, sowie die chemischen Bekämpfungsmittel hätten sich in Europa bisher als unzureichend erwiesen. 5—6 Minuten langes Erhitzen des Rübensaatgutes auf 65—70° C tötet nicht nur alle Nematoden, sondern wirkt anscheinend auch keimreizend auf den Samen; es wird daher diese einfache, billige und praktische Maßnahme überall dort empfehlenswert erscheinen, wo es sich um

---

[1]) Ber. üb. Pflanzensch. d. Abteil. f. Pflanzenkrankh. d. Kaiser Wilhelm-Instit. f. Landwirtsch. in Bromberg. Die Vegetationsper. 1913/14. Berlin 1916. S. 103.

[2]) Experim. Stat. Rec. Vol. 35. 1916. p. 150.

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

Desinfektion von importiertem Saatgut verdächtiger Herkunft handelt. (Ein Verschleppen des Rübennematoden durch das Saatgut ist wohl ausgeschlossen, so daß diese Empfehlung Shaws als hinfällig erscheint. Der Ref.)

Nach Uzel[1]) steht es fest, daß in allen Fällen, in denen während der ganzen Dauer der Verarbeitungszeit Kalkmilch in die Absatzgruben der Zuckerfabriken eingeleitet wird, alle Nematoden abgetötet werden, daher auch die mit einer dicken Schale bedeckten Wintercysten. Voraussetzung ist aber der ununterbrochene Zufluß der Kalkmilch. Der Inhalt der lebenden Cysten besteht aus einer großen Menge länglicher, wenig gebogener Eier, deren Umrisse sehr scharf und regelmäßig sind, während bei den toten Cysten die Umrisse der Eier nicht mehr regelmäßig abgerundet, sondern stellenweise verbogen erscheinen. Während die lebende Cyste im Wasser zu Boden sinkt, schwimmt die abgestorbene Cyste auf dem Wasser.

B. Pflanzliche Feinde.

Zimmermann[2]) fand den Wurzelbrand häufig bei Dürre, namentlich bei Rüben ohne Phosphorsäuredüngung. In einem Falle sollen sich die früheren Wurzelbrandschäden an Rüben seit stärkerer Anwendung von Kali verloren haben. Weiter beobachtete Zimmermann[3]) anfangs September das Auftreten der Herzfäule, besonders dort, wo das Gelände abfallend war. Der Boden neigte zum Verschließen. Ein Mindergehalt der erkrankten Rüben an Zucker war nicht zu bemerken.

Nach Smith, Brown und Townsend ist das Bacterium tumefaciens Smith als Erreger des Wurzelkropfes anzusehen. Zur Nachprüfung haben nun Brož und Stift[4]) Versuche mit einer von Güssow überlassenen Kultur, einer Reinkultur aus Hopfengalle, die durchaus virulent war, mit Freilandsrüben durchgeführt. Da nach der Theorie Spisars die Rübenkropfbildungen auch durch mechanische Verletzungen der Wurzel hervorgerufen werden sollen, so wurde während zweier Jahre auch eine Anzahl Wurzeln mit einem sterilisierten Skalpell längs-, quer- und kreuzweise eingeschnitten, doch durchwegs mit negativen Resultaten. Die zu den Infektionen benutzten, von den Stammkulturen abgeimpften Kulturen wurden durchwegs auf Pepton-Agar bei 25° C gezogen und nach 48 Stunden verwendet. Zur Infektion wurden die an verschiedenen Teilen der hierfür ausersehenen Stellen von der anhaftenden Erde befreiten und ungefähr 3 qcm großen Flächen mit einem alkoholgetränkten, sterilisierten Wattebausch gereinigt. Der Bakterienbelag eines Röhrchens der Agar-Reinkulturen wurde in 50 ccm sterilisiertem Wasser aufgeschwemmt und mit dieser Aufschwemmung wurden ungefähr 3 ccm mittels einer sterilisierten Infektionsspritze, die verschieden tief eingeführt wurde, an der gereinigten Stelle in den Wurzelkörper injiziert. Zur Kontrolle wurden Wurzeln mit reinem Wasser injiziert und noch andere Wurzeln, die zwischen den injizierten Rüben standen, blieben unbehandelt. Die Versuche des Jahres 1913 verliefen insofern unbefriedigt, als von 12 injizierten Rüben nur 2 Exemplare je eine erbsen- und je eine bohnengroße Anschwellung zeigten. Im Jahre 1914 zeigten dagegen alle 14 injizierten Wurzeln Wurzelkropfbildungen von Erbsen-, Haselnuß- und Apfelgröße. Bei einer Rübe hatten sich sogar 3 Kröpfe entwickelt. Im Jahre 1915 wurde zur Injektion auch eine Kultur verwendet, die nach der Methode Smith durch Auslaugen junger Kröpfe in Wasser auf Pepton-Agar in Reinzucht gebracht und mit Bacterium tumefaciens Smith identifiziert worden war. Sämtliche 36 infizierte Wurzeln zeigten Wurzelkropfbildungen in den verschiedensten Größen, während alle Kontrollpflanzen, wie in den Vorjahren, frei davon waren. Es gelang also, aus den künstlich hervorgerufenen Wurzelkropfbildungen das Bakterium wieder in Reinkultur zu bringen. Jedenfalls ist durch die Versuche erwiesen, daß das in Rede stehende Bakterium Wurzelkropfbildungen hervorzurufen imstande ist. Einige gesunde Kröpfe (die meisten Kröpfe waren, wie dies bei den Wurzelkröpfen überhaupt vielfach der Fall ist, zersetzt) wurden auf ihren Zuckergehalt untersucht, wobei sich die alte Erfahrung bestätigt fand, daß der Wurzelkropf zumeist einen niedrigeren Zuckergehalt und einen höheren Invertzuckergehalt aufweist als die dazu gehörige Wurzel.

---

[1]) Zeitschr. f. Zuckerind. in Böhmen. Jahrg. 40. 1916. S. 461.

[2]) Ber. d. Hauptsammelst. f. Pflanzensch. in Mecklenb.-Schwerin u. Mecklenb.-Strelitz f. d. Jahr 1915. Stuttgart 1916. S. 56.

[3]) Ebenda, S. 56.

[4]) 26. Jahresber. d. Rübensamen-Züchtung. von Wohanka u. Komp. Prag 1916. S. 5, m. 4 Taf.

Mit der Wurzelkropfbildung hat sich auch Peters[1]) beschäftigt. Zu den Versuchen diente eine von Güssow stammende Kultur von Bacillus tumefaciens Smith und Townsend, stammend von Hopfen. Es wurden am 19. Juli 1912 30 Rüben am oberen Teil der Wurzel etwa 1 cm unter der Ansatzstelle der ältesten Blätter durch einen 2—3 cm tiefen Einstich infiziert. Die gleiche Anzahl Rüben wurde zum Vergleich mit einer sterilen Nadel angestochen. Die Wunden verheilten gut. Stärkere Kropfbildungen wurden bei der Ernte Ende Oktober nicht gefunden. Die Versuche wurden im Jahre 1913 in der Weise fortgesetzt, daß am 9. August mit einer Nadel nicht nur einmal eingestochen, sondern auf einem ½—1 qcm großen Fleck der Wurzeloberfläche 10—20mal ½—1 cm tief eingestochen wurde. Ende Oktober waren von 46 infizierten Rüben 39 Exemplare mit mehr oder weniger großen Kröpfen versehen. 126 in gleicher Weise angestochene, aber nicht mit dem Bazillus geimpfte Rüben waren frei von jeder Kropfbildung. Nach dem Ausfall dieser Versuche kann kein Zweifel sein, daß der genannte Bazillus Rübenkröpfe hervorrufen kann. Fraglich bleibt es aber, ob nicht gelegentlich Rübenkröpfe auch ohne Mitwirkung von Lebewesen entstehen und ob sie nicht auch durch andere Organismen erzeugt werden können. Der geringere Impferfolg des Jahres 1912 ist vermutlich auf Rechnung der leichteren Verletzungen zu schreiben.

Nach der Mitteilung von Berthault[2]) wurde in der ganzen Umgebung von Paris, in den Departements Oise und Somme, das Wachstum der Zuckerrüben infolge der Entwicklung des Cercospora beticola aufgehalten. Das Auftreten des Pilzes war bisher ohne Bedeutung, im Jahre 1915 dagegen außergewöhnlich heftig. Interessant ist es, die durch seine Tätigkeit verursachten tiefgehenden Rückwirkungen zu verfolgen. Bemerkenswert sind die erheblichen Veränderungen der Körnchen des Chlorophylls und die reichliche und allmählich vor sich gehende Bildung des roten und gelben Farbstoffes im Blatte. Die befallenen Zuckerrüben sind, infolge Ertragsverminderung, stark mitgenommen. Als Vorbeugungsmittel wird empfohlen, die befallenen Blätter bei der Ernte zu sammeln und zu verbrennen. Eriksson empfiehlt ein Bespritzen der Blätter mit einer 1proz. Bordelaiserbrühe. Zwecks Abhaltung der Krankheit wird weiter empfohlen, nur von gesunden Mutterrüben stammenden Samen zu verwenden. Schließlich wäre es notwendig, die Kulturbedingungen zu ermitteln, die zum Stillstand der Krankheit beitragen können und dann wären auch vergleichende Versuche über die Widerstandsfähigkeit der verschiedenen Rassen der Zuckerrübe anzustellen. In einer anderen Mitteilung äußert sich Berthault[1]) dahin, daß Cercospora beticola und ähnliche Parasiten erst sekundär auftreten und nicht die Ursache der so weit verbreiteten Erkrankungen der Rüben in Frankreich gewesen sein dürften. Diese Erkrankungen dürften vielmehr allgemeine Gründe, namentlich klimatischer Natur, gehabt haben. Arnaud[2]) ist derselben Ansicht und macht auch Anbau- und Düngungsverhältnisse für das Auftreten der Krankheit mit verantwortlich.

---

[1]) Ber. üb. d. Tätigk. d. Kaiserl. Biolog. Anst. f. Land- u. Forstwirtsch. i. d. Jahr. 1913 u. 1914. 10. u. 11. Jahresber. Berlin 1916. S. 12.

[2]) Journ. d'Agricult. prat. Jahrg. 79. 1915. p. 550; durch Internat. Agrar-Techn. Rundsch. Jahrg. 6. 1915. S. 1609 (erschienen Juni 1916).

Im Jahre 1915 wurden, wie bemerkt, in Frankreich die Zuckerrüben in einer Anzahl von Departements durch den Pilz Cercospora beticola Sacc. befallen, der schwere Schädigungen anrichtete, welcher Umstand Saillard[3]) veranlaßte, die Veränderungen in der Zusammensetzung der befallenen Rüben zu studieren. Die Ernte war, was die Güte und Menge anbetraf, schlecht, obgleich der Zuckergehalt, abgesehen von einigen Ausnahmen, ungefähr der gleiche wie in den Vorjahren war. Im allgemeinen war der Rübensaft weniger rein und enthielt mehr Salze. Bei der Erzeugung erhielt man auf den Meterzentner Rüben weniger Rohzucker, und es blieb mehr Zucker in der Melasse zurück als gewöhnlich. Im Vergleich zu den Rüben des Jahres 1914 enthielten die befallenen Rüben auf 100 Teile Zucker mehr Gesamt-, Amid-, Ammoniak- und schädlichen Stickstoff. Wie die Rüben des Dürrejahres 1911, lieferten sie viel Melasse. In den befallenen Rüben waren neben Saccharose noch andere rechtsdrehende, durch unteressigsaures Blei nicht fällbare Stoffe vorhanden.

Venus W. Pool und Mc. Kay[4]) haben die Beziehungen zwischen den Spaltöffnungsbewegungen bei der Infektion durch Cercospora beticola eingehend studiert. Das Eindringen der Pilzkeimschläuche erfolgt nur durch die offenen Spaltöffnungen des Rübenblattes und demgemäß findet die Pilzinfektion nur während der Tagesstunden statt. Künstliche und natürliche Pilzinfektion erfolgte am besten an ausgereiften Blättern, wo die Bewegungen der Spaltöffnungen am meisten entwickelt sind; bei noch jungen Blättern sind die Spaltöffnungsbewegungen geringer, bei alten Blättern wurden nur sehr geringe Bewegungen beobachtet. Blattreife, Licht, Temperatur und relative Feuchtigkeit sind für die Spaltöffnungsbewegungen maßgebend. Die Blattreife wird aus der Zahl der Spaltöffnungen pro qmm der Blattoberfläche und aus der Länge der Spaltöffnungspore erkannt. Direktes Sonnenlicht beschleunigt die Öffnungsbewegung, ist aber nicht unbedingt notwendig, da auch im Schatten die Spaltöffnungen weit offen stehen. Das Temperaturoptimum für gute Öffnung der Spalten liegt bei 21—32° C. Feuchtigkeit über 60 Proz. hält die Spalten tagsüber offen, bei geringerer Feuchtigkeit, unter 50 Proz., bleiben sie wahrscheinlich geschlossen. Die frischen lebensfähigen Konidien von Cercospora beticola keimen gleich rasch in destilliertem Wasser, Bohnenabsud, Erdaufkochung und Gießwasser, im Dunkeln oder im zerstreuten Tageslicht, bei 24° C; in der Erdaufkochung waren die Keimschläuche länger und die Inkubationsdauer ungefähr 2mal so lang als bei den übrigen Medien.

---

[1]) Journ. d. fabricans de sucre. T. 56. 1916. No. 4; durch Chem.-Techn. Rep. d. Chemik.-Zeitg. Jahrg. 40. 1916. S. 150.

[2]) Chem.-Techn. Rep. d. Chemik.-Zeitg. Jahrg. 40. 1916. S. 150.

[3]) Compt. Rend. de Paris. T. 162. 1916. p. 47; durch Intern. Agrar-Techn. Rundsch. Jahrg. 7. 1916. S. 280.

[4]) Journ. of Agric. Res. Vol. 5. 1916. p. 1011. 2 plat.

Bezüglich des Einflusses der klimatischen Faktoren auf die Entwicklung der Cercospora beticola kommen Venus W. Pool und Mc. Kay[1]) zu dem Ergebnis, daß die im Freiland an Rübenköpfen überwinternden Konidien binnen 1—4 Monaten zugrunde gehen, trocken gehalten jedoch bis 8 Monate lang am Leben bleiben. Die im Wirtsgewebe eingebetteten, sklerotienartigen Mycelmassen hingegen sind widerstandsfähiger als die Konidien, vermögen im Innern eines Rübenkopfhaufens oder im Erdboden bis zu einer Tiefe von 2,5—13 cm den Winter zu überdauern, und im nächsten Jahr Neuinfektion zu verursachen. Durch Vergraben des Infektionsmaterials in eine Tiefe von 15—20 cm im Herbst wird der Pilz getötet. Ungeachtet der Temperatur- und Bodenfeuchtigkeitsunterschiede wurden bei den Überwinterungsversuchen an den zwei verschiedenen Versuchsstellen gleichsinnige Ergebnisse erhalten. Das Temperaturmaximum ist zu Anfang der Vegetationsperiode nahe dem Erdboden viel höher als 1,5 m über der Erde; beim Vorrücken der Jahreszeit vermindert sich dieser Unterschied. Das Maximum der relativen Feuchtigkeit zwischen den Blättern war höher als 1,5 m über der Erde. Zu Beginn der Vegetationsperiode, so lange die Pflanzen noch klein sind, hält sich die Feuchtigkeit von über 60 Proz. bei 1,5 m über der Erde länger als zwischen den Pflanzen; erreichen die Pflanzen aber eine ansehnlichere Größe, so kehrt sich das Verhältnis um. Deshalb sollten hinsichtlich der Konidienerzeugung und -infektion als klimatische Faktoren nur die Verhältnisse zwischen den Blättern in Betracht gezogen werden. Bei Vorherrschen hoher relativer Feuchtigkeit bleiben die Spaltöffnungen der Zuckerrübenblätter geöffnet und da der Pilz nur durch die offenen Blattspalten eindringt, so spielt die Dauer des Offenseins der Spaltöffnungen für die Infektionsmöglichkeit eine fundamentale Rolle. Regenfall und Bewässerung beeinflussen Steigerung und Dauer der relativen Feuchtigkeit in gleichem Sinne, nur sind im allgemeinen die für die Blattfleckeninfektion erforderlichen Feuchtigkeitsbedingungen durch den Regen viel besser gegeben als durch die verhältnismäßig nur örtlich begrenzte, die atmosphärischen Bedingungen nicht beeinflussende Bewässerung. Für die Verbreitung der Konidien kommt vorzugsweise die größere Windstärke des Nachmittags mit einer Periode geringerer Feuchtigkeit in Betracht. Künstliche Kulturen auf Grünbohnenagar zeigten, daß konstante Temperaturen von 35—36° C für das Pilzwachstum verderblich sind. Das beste Wachstum zeigte sich bei 30,8° C. Bei Variieren der Temperatur von 35 oder 36° C nach 3 Tagen bzw. 8 Stunden auf 30,8° bzw. 20° C wurde noch Wachstum beobachtet, während 40,5° C stets tödlich war. Temperaturen von 27—32° C mit einem Nachtminimum nicht unter 16° C sind für die Konidienbildung am günstigsten, während diese bei 38° C oder mehr ausgeschlossen ist; ebenso ist die Konidienerzeugung bei Tagestemperaturen von unter 10—27° C größtenteils unterdrückt. Ein Feuchtigkeitsmaximum über 60 Proz., für mindestens 15—18 Stunden täglich, bedingt eine gute Entwicklung des Pilzes. Wegen der größeren Feuchtigkeit auf der Blattunter- als auf der Blattoberseite sind die Konidien im allgemeinen blattunterseits zahlreicher, während sie von der Blattoberseite infolge von Regen und Wind rascher verschwinden. Über die Freilandbeobachtung ist noch gesagt, daß die Inkubationszeit des Pilzes ungefähr 11—13 Tage beansprucht. Hohe Temperatur und geringe Luftfeuchtigkeit Ende Juni bis Anfang Juli hielten die Stomata gegen das Pilzeindringen geschlossen. Das Maximum der Blattinfektion war Mitte bis Ende August, im September trotz günstigerer Feuchtigkeit aber wegen niedrigerer Temperatur wieder im Abnehmen. Frühe Rübe litt entsprechend der üppigeren Blattentwicklung mehr als spätere. Das Maximum der Pilzverwüstung tritt erst später in Sicht, da der Pilz zur Abtötung der Blätter einer gewissen Zeit bedarf. Dieselbe Vernichtungsziffer hat der Pilz auf dem früh und dem später gebauten Rübenfeld im Anfang des Krankheitsverlaufes (7.—29. 7. bzw. 2. 7.—25. 8.) erst in 3 bzw. 4 Tagen, im vorgeschrittenen Krankheitsstadium (29. 7.—15. 8. bzw. 25. 8. —19. 9.) auf den Beobachtungsfeldern schon in 9—10 bzw. 3—10 Tagen erreicht.

---

[1]) Journ. of Agric. Res. Vol. 6. 1916. p. 21. 2 plat.

Auf den Jahresbericht von J. Lind, Sofie Rostrup und F. K. Ravn, der sich mit dem Auftreten der unterschiedlichen Rübenschädiger in Dänemark im Jahre 1915 beschäftigt, muß verwiesen werden[1]).

C. Erkrankungen physiologischer Natur.

Über ein- und dieselbe Kranksheitserscheinung der Blätter berichten jedenfalls Morvillez, Arnaud und Miège. Nach der Feststellung von Morvillez[2]) wurden in Frankreich die Rübenblätter im Jahre 1915 von einer Krankheit befallen, die sich dahin äußerte, daß die Blätter eine dunkelgelbe bis orangegelbe Farbe annahmen. Die Folgen davon waren, daß infolge der nur mangelhaften Entwicklung die geerntete Rübenmenge auf nur 80—100 dz auf den ha fiel. Die Krankheit wird als „neu" bezeichnet (was nach ähnlichen früheren Beobachtungen in Deutschland und Österreich kaum der Fall sein dürfte. Der Ref.). Von verschiedenen Seiten wird der Meinung Ausdruck gegeben, daß die Ursache der Krankheit in klimatischen Bedingungen, namentlich der lang anhaltenden Dürre, sowie im Mangel an Stickstoff und anderen Düngemitteln liegt, während Parasiten erst sekundär auftreten. Nach der Beobachtung von Arnaud[3]) haben Zuckerrübenblätter während des Sommers 1915 in Nordfrankreich auf leichtem, sandigem und trockenem Boden allgemein ein Gelbwerden gezeigt, an dem Bakterien nicht beteiligt waren. Dagegen fanden sich aber auf diesen Blättern die Pilze Cercospora beticola und Phoma betae vor. Außerdem zeigten sich auch Entwicklungsspuren (Häutungen) der Blattlaus. Die Anwesenheit dieser Parasiten hat jedenfalls nichts mit dem Auftreten der Gelbfärbung zu tun, deren Ursachen zweifellos in den Witterungsverhältnissen und den Anbaubedingungen gesucht werden müssen. (Eine ähnliche Erscheinung hat im September 1915 auch Vasters[4]) in Westdeutschland gefunden und ist die Ursache der Krankheit jedenfalls in einer vorausgegangenen Schwächung der Rüben durch Blattlausbefall, unterstützt durch Trockenheit zu Beginn des Sommers, zu suchen. Daneben litten die Blätter auch an den pilzlichen Erregern der bekannten Blattkrankheiten: Rübenrost, Blattbräune und Blattfleckenkrankheit. Der Ref.)

---

[1]) Tidsskr. f. Planteavl. Bd. 23. 1916. S. 406.

[2]) Journ. d. Fabricans de sucre. Jahrg. 56. 1916. No. 11; durch Chem.-Techn. Rep. d. Chem.-Zeitg. Jahrg. 40. 1916. S. 70.

[3]) Journ. d'Agricult. prat. 1916. Februar; durch Deutsch. Zuckerind. Jahrg. 41. 1916. S. 452.

[4]) Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 46. 1916. S. 538.

Nach der Mitteilung von Miège[1]) hatte die neue Rübenkrankheit in Nordfrankreich eine große Ausdehnung gefunden, trat unter den verschiedensten Anbauverhältnissen auf, schien die Entwicklung der Rüben schwer zu schädigen und äußerte sich in der folgenden Weise: Die Blätter bedecken sich mit orangefarbenen marmorierten Flecken, die von der Spitze aus die Blattspreite überziehen und sich allmählich über die ganze Blattfläche ausdehnen, so daß sie schließlich ein wahres Mosaik darstellen. Die befallenen Blätter vertrocknen und fallen ab. Zwischen den Flecken bleibt das Parenchym grün. Die Flecken durchziehen aber die ganze Dicke der Blattspreite und erscheinen sogar auch auf der unteren Blattseite. Blattstiel und Wurzel scheinen nicht befallen zu werden. Die Blätter bieten einen eigenartigen Anblick. Sie blähen sich zuerst auf und dann kräuseln sie sich, aber nicht am Blattrande, sondern vielmehr in der Mitte an den Rändern der mittleren Rippe, die sich einander nähern und so dem Blatte ein zusammengeschrumpftes Aussehen verleihen. Manche derartige Blätter bleiben oft vollkommen grün. Zuerst werden die ältesten Randblätter befallen und dann schreitet die Krankheit nach innen vor. Miège fand nach der mikroskopischen Untersuchung nicht die geringste Spur eines besonderen Schmarotzers. Es scheint hier eine physiologische Ursache vorzuliegen. Arnaud (s. o.) ist der Ansicht, daß es sich um eine auf Ernährungsstörungen zurückzuführende Gelbsucht handelt. Feststellungen über etwaige Gewichts- und Zuckerverluste bei der Ernte liegen nicht vor.

Obwohl die Mosaikkrankheit der Zuckerrübe schon seit Jahren beobachtet wird, ist sie, wie Townsend[2]) meint, noch nicht ausführlich beschrieben worden[3]). Die Krankheit ist im Mittel- und Westteil der Vereinigten Staaten Amerikas anzutreffen, nimmt von Jahr zu Jahr zu und schädigt nunmehr 10—20 Proz. des Feldstandes. Die kranken Blätter sind gelb gefleckt, die Flecken sind nicht immer scharf begrenzt und fließen gewöhnlich ineinander, dem ganzen Blatt ein gelbliches Aussehen verleihend. Im Anfangsstadium ist nur ein Teil der Rübenblätter und im allgemeinen nur auf einer Seite des Rübenkopfes von der Krankheit befallen. Verkürzung der Blattstiele und die verzwergten, oft nur haarfeinen Wurzeln erinnern bisweilen an die Kräuselkrankheit (curly top), doch sind selbst die ähnlichen Krankheitsbilder leicht auseinanderzuhalten.

Über die Verwendbarkeit von Mangansulfat als Mittel gegen die Weißfleckenkrankheit hat Lind[4]) ein Flugblatt verfaßt. Die Weißfleckigkeit findet sich auf Runkel- und Zuckerrübe (besonders aber an Hafer, dann auch an Roggen, Gerste und Weizen) und tritt gewöhnlich Ende Mai bis anfangs Juni auf mageren, frisch gemergelten oder gekalkten Böden auf. Gegen diese Krankheitserscheinung haben sich die physiologisch sauren Dungstoffe, wie schwefelsaures Ammoniak, Superphosphat, Kainit und Mangansulfat vorteilhaft erwiesen, während die physiologisch alkalischen Düngemittel, wie Chili- und

---

[1]) La vie agric. et rur. Jahrg. 5. 1915. p. 341; durch Intern. Agrar-Techn. Rundsch. Jahrg. 7. 1916. S. 83.

[2]) Experim. Stat. Rec. Vol. 33. 1916. p. 743.

[3]) Dies ist ein Irrtum, nachdem sich Lind im Vorjahre eingehend über diese Krankheit geäußert hat. (Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 46. 1916. S. 539.)

[4]) Statens plantepatolog. Forsøg. 1916.

Norgesalpeter, Thomasmehl, Stalldung und 37 Proz. Kalidung die Krankheit begünstigen. Man spritzt 50 kg Mangansulfat pro ha, in 500 l Wasser aufgelöst; eine tabellarische Übersicht gibt vergleichsweise die Erträge an Zuckerrübe und Hafer in den Jahren 1912 und 1913 nach Anwendung von Stalldung allein, schwefelsaurem Ammoniak, Superphosphat und Kainit, gegenüber der empfehlenswerten Kombination von schwefelsaurem Ammoniak, Superphosphat und 50 kg Mangansulfat.

Daverhuth[1]) hat sich mit Beobachtungen über die Bildung von Schoßrüben beschäftigt und erinnert daran, daß man allgemein und mit Recht Wachstumsstörungen in der ersten Entwicklungsperiode der Pflanzen als Grund zur Schoßrübenbildung annimmt. Namentlich spielen Abnormitäten im Witterungsverlauf hier eine bedeutende Rolle, daneben können aber auch Verletzungen durch Insekten, wie auch das Eindringen derselben in die Pflanze Grund zum Erwachen der in jedem Rübenkeimling lebenden Eigenschaft geben. Eine Ursache für das Schossen liegt neben zu frühzeitiger Saat (bei Auftreten niederer Temperaturen) auch im zu tiefen Drillen der Rübenknäuel, wodurch das normale Wachstum der Rüben unterbrochen und so schon der Grund zum Schossen in den besonders dazu disponierten Knäuel gelegt wird. Daverhuth hat auch Hand in Hand mit der Schoßrübenbildung ein Auftreten der Beinigkeit (Bildung einer Anzahl starker Nebenwurzeln) beobachtet, das aber nicht eine Folge ungünstiger Bodenverhältnisse war. Dieses gleichzeitige Auftreten der beiden Erscheinungen legt die Vermutung nahe, daß beide zu ihrer Bildung gleiche Vorbedingungen verlangen und es scheint sich hier um eine gegenseitige Korrelation zu handeln, die inneren Ursachen entspringt, allerdings aber erst durch äußere Ursachen geweckt werden muß. Bei anormaler Temperatur tritt eine Störung des stofflichen Gleichgewichtes der Rübenpflanze ein und überschreitet nun diese Störung ein, natürlich bei den verschiedenen Rassen individuell verschiedenes Minimum, so wird sich dies auch im späteren Wachstumsverlaufe geltend machen. Der in der Wurzel mehr gebildete, nicht zur Veratmung gelangende reduzierende Zucker wird den Vegetationspunkten zugeführt und durch diese Anhäufung von Nährstoffen wird die Ausbildung der vegetativen Organe derart angeregt, daß schon im ersten Jahre Stengel und Blüten gebildet werden. Vielfach wird auch das Auftreten von Trotzern beobachtet, das sind Rüben, die auch im zweiten Vegetationsjahre noch keine Samenstengel treiben. Es wird sich auch hier um gewisse chemische Umsetzungen handeln, die das Geschlechtsleben der Rübe hintanhalten. Daneben wird aber auch eine mangelhafte Art des Aussetzens der Stecklinge diese Erscheinung verursachen können. Die Trotzer sind gewissermaßen das Gegenstück zu den Schoßrüben. Rimpau hat nun schon seinerzeit die Anregung gegeben, durch Kreuzung der Samenrüben mit nochmals überwinterten Trotzern, falls die Überwinterung gelingt, die Neigung zur Schoßrübenbildung zurückzudrängen. Daverhuth ist der Ansicht, daß der Rübenzüchter, der eine Stecklingsgeneration als Samenträger einschaltet, immer mit einem stärkeren Auftreten der Schößlinge zu rechnen haben wird. Den Stecklingen nämlich, die in engem Verbande gestanden haben, ist die Neigung zum Schossen in den seltensten Fällen anzusehen, während bei ausgewachsenen Mutterrüben die Schosser leichter zu erkennen sind und ausgemerzt werden können. Nach Schaffnit[2]) wird das Schossen der Rüben bekanntlich vielfach durch Kälteeinwirkung auf die Rüben im Jugendzustande ausgelöst, doch können seiner Meinung nach auch noch andere Ursachen, wie große Trockenheit, mechanische Verletzung des Vegetationspunktes u. a., diese Erscheinung hervorrufen.

---

[1]) Illustr. Landw. Zeitg. Jahrg. 36. 1916. S. 266.

[2]) Ber. üb. Pflanzensch. d. Pflanzenschutzst. Bonn-Poppelsdorf. Bonn 1916. S. 41.

Die Fäulnis der feinen Seitenwurzeln der jungen Zuckerrübe hat nach Uzel[1]) in einigen Gegenden eine fühlbare Verspätung in deren Entwicklung, ja manchmal sogar ein fleckenweises Schwinden der Pflanzen zur Folge gehabt. Ein Zackigwerden der Wurzel scheint eine Folge dieser Krankheit zu sein. Uzel[2]) fand weiter eine Samenrübe vor, die infolge eines gedrängten Standes sehr verunstaltete Blätter aufwies und zwar insofern, als mehrere Blätter zu 2 bis 5 so aneinander gewachsen waren, daß ihre Stiele und die untere Hälfte oder das untere Drittel der Blattspreite zusammenhingen. Die so mißgebildeten Blätter hatten also einen sehr breiten Stiel und eine ausnehmend breite Spreite, die mehrere Zipfel trug. An den Stellen, wo diese Blätter saßen, war der sonst stielrunde Stengel stark spiralig gedreht; in dem mittleren Drittel seiner Länge war er gänzlich blattlos.

Referate.

Kornauth, K., Bericht über die Tätigkeit der k. k. landwirtschaftlich-bakteriologischen und Pflanzenschutzstation im Jahre 1916. (Zeitschr. f. d. Landw. Versuchswes. in Österr. Jahrg. 20. 1917. S. 288.)

Wie in den früheren Jahren, wurden Tausende Kulturen von Loefflerschen Mäusetyphusbazillen und Danyszschen Rattenbazillen an Behörden und Privaten abgegeben. Weiter beschäftigte sich die Station mit der Organisation des Pflanzenschutzes und erledigte 166 tierische und 328 eingelaufene pflanzliche Objekte. Ferner wurden 408 zoologische, 182 botanische und 209 allgemeine Anfragen erledigt. Der Inspektionsdienst war nach wie vor ein sehr reger und bezog sich auf die Feststellung und das eingehende Studium von Krankheitserscheinungen und Pflanzenschäden, und zwar namentlich Rauch- und Flugstaubschäden (verhältnismäßig zahlreiche Fälle), Gelbrost (Puccinia glumarum Eriks. u. Henn.), Schneeschimmel (Fusarium nivale Ce.), unterschiedliche Getreide-, Kartoffel-, Tomaten- und Gurkenkrankheiten, dann Krankheiten an Obstgewächsen, Stachelbeeren (nordamerikanischer Stachelbeermehltau), Weintrauben und Zierpflanzen. Besondere Aufmerksamkeit wurde der besorgniserregenden Verbreitung der Bisamratte in den böhmischen Teichgebieten zugewendet, ferner wurde das Auftreten einer Reihe von Pflanzenschädigern aus dem Tierreiche konstatiert. Einen breiten Raum nahm die wissenschaftliche Tätigkeit ein. Fortgesetzt wurden die Versuche zur Bekämpfung des Oidiums des Weinstockes mit Schwefelersatzmitteln und des Apfel- und Stachelbeermehltaues. Eine Fortsetzung fanden auch die Versuche über vergleichsweisen Anbau verschiedener Kartoffelsorten und die Beobachtungen betreffend die verschiedene Widerstandsfähigkeit gewisser Kartoffelsorten gegen Phytophthorabefall. Weitere Versuche betreffen folgende Krankheiten: Blattrollkrankheit der Kartoffel, Bekämpfungsversuche gegen die Blattfallkrankheit (P. viticola de By.), Infektionsversuche an Zuckerrüben mit dem Kropferreger Bacillus tumefaciens Sm., Bekämpfungsversuche gegen den Springwurmwickler (Oenophthira pilleriana Schiff.) und den Traubenwickler (Polychrosis botrana Schiff. und Clysia ambiguella Hb.). Andere Versuche betrafen die Verwendung von Di-, Tri- und Perchloräthylen, Tetra-, Penta- und Hexachloräthan zur Baumdesinfektion und zur Reblausbekämpfung als Ersatzmittel für Schwefelkohlenstoff, dann verschiedene Mittel zur Bekämpfung der Blutlaus, Kirschblattläuse, unterschiedlicher Raupen, Erdflöhe usw. Ferner wurden Raupenleimringe auf ihr Fangergebnis untersucht. Auf diese und andere Versuche, die sehr interessante Resultate ergeben haben und zum Teil noch ihre Fortsetzung finden, muß auf den Jahresbericht verwiesen werden.

---

[1]) Zeitschr. f. Zuckerind. in Böhmen. Jahrg. 40. 1916. S. 463.

[2]) Ebenda. S. 468.

Stift (Wien).

Ripper, Maximilian, Bericht über die Tätigkeit der k. k. landw.-chemischen Versuchsstation in Görz im Jahre 1914. (Zeitschr. f. d. Landw. Versuchswes. in Österr. Jahrg. 18. 1915. S. 203.)

Die seit einigen Jahren eingeleitete Aktion zur Bekämpfung der Schildlaus des Maulbeerbaumes (Aulacapsis, auch Diaspis pentagona) auf biologischem Wege durch ihren natürlichen Feind — die Schlupfwespe Prospaltella Berlesei — wurden mit günstigem Erfolge weiter fortgesetzt. Der Parasit hat überall im Lande festen Fuß gefaßt, so daß die Folgen der Diaspisinfektion für die Maulbeerbäume nunmehr nahezu unfühlbar werden. Beachtenswert ist, daß sich die Prospaltella sogar bis auf den Karst hin verbreitet hat, wo die Diaspis auf verseuchten Maulbeerbäumen entdeckt werden konnte. Auf dem Gebiete der Seidenzucht wurde das Auftreten und die Ausbreitung der Seidenraupenkrankheiten weiter fortgesetzt. Was das Auftreten von Krankheiten und Schädlingen der Kulturpflanzen anbetrifft, so gibt der Bericht eine anschauliche und eingehende Darstellung, aus der nur einige Daten hervorgehoben werden können. Der Weinstock war von den bekannten Schädlingen tierischer und pflanzlicher Natur befallen und waren die Beschädigungen stellenweise nennenswerte. Sämtliche Obstkulturen litten sehr stark durch Ungunst der Witterung, wozu sich auch noch zahlreiche Schädlinge (im Bericht namentlich angeführt) gesellten, die auf die Obsternte naturgemäß sehr nachteilig wirkten. Die sogenannten Geometerraupen des kleinen Frostspanners (Cheimatobia brumata) sind trotz der Anbringung der bekannten Schutzringe derart aufgetreten, daß unzählige Kirschbäume förmlich kahlgefressen waren. Die Ursache lag in der schlechten und nicht zweckentsprechenden Beschaffenheit des verwendeten amerikanischen Insektenleims „Tree Sticky". An Kartoffeln konnte die sogenannte „Blattrollkrankheit" nirgends festgestellt werden, dagegen wurde aber, vielleicht als Folge der übermäßigen Nässe, die „Kräuselkrankheit" der Kartoffelblätter festgestellt. Weitere Angaben betreffen das Auftreten unterschiedlicher bekannter Schädlinge auf Kohlfeldern, Spargel, Erbsen, Garten- und Zierpflanzen. Die Mehltauart Oidium quercinum breitete sich in sämtlichen jungen Eichenwaldbeständen des Landes weiter aus. In der Friauler Gegend wurde eine starke, bereits weit fortgeschrittene Infektion ausgedehnter Akazienbestände durch die Schildlaus Lecanium corni entdeckt, die insofern sehr besorgniserregend ist, als die Akazienkultur für manche Gemeinden der dortigen Gegend von großer wirtschaftlicher Bedeutung ist. Bedenklich ist auch, daß diese Schildlaus sehr polyphag ist und daher auch auf Maulbeerbäume, Pfirsiche und Reben übergegangen ist. Die nötigen Erhebungen wurden eingeleitet. Auf Maulbeerbäumen wütete sehr heftig die durch den Pilz Septogloeum mori verursachte sogenannte „Blattdürre". Diese Bäume hatten stellenweise auch durch den starken Befall der Schildläuse Pulvinaria betulae, Lecanium corni und L. cymbiforme zu leiden. Die Feldmäuse und -Rattenplage wurde durch die Verwendung von Phosphorzink (Zinkphosphür) bekämpft. Versuche über die Bekämpfung der Peronospora der Weinrebe mit Perozidpräparaten, die in sechs verschiedenen Ortschaften des Landes durchgeführt wurden, haben das Resultat ergeben, daß das Originalpräparat sich, trotzdem die Witterungsverhältnisse für die Anwendung von Bekämpfungsmaßnahmen sehr hinderlich waren, glänzend bewährt hat. Die noch in den Handel gebrachten Perozidpräparate II und III, die den Zweck verfolgen, die Bereitung der Spritzflüssigkeit leichter und bequemer zu gestalten, sind entweder nicht genügend wirksam oder haben sich überhaupt nicht bewährt. Bei den Versuchen wurden die Perozidflüssigkeiten mit der 1- und 2proz. Kupferkalkbrühe in Vergleich gestellt. Stift (Wien).

Ripper, Maximilian, Bericht über die Tätigkeit der k. k. landw.-chemischen Versuchsstation Görz im Jahre 1915. (Zeitschr. f. d. Landw. Versuchswes. in Österr. Jahrg. 19. 1916. S. 226.)

Auch im Berichtsjahre konnte die gute Wirkung der Bekämpfung der Schildlaus Diaspis pentagona des Maulbeerbaumes durch die Schlupfwespe Prospaltella Berlesei festgestellt werden, so daß eine ernstliche Beschädigung der Maulbeerbäume durch diesen Schädling kaum mehr zu befürchten ist. In den Akazienwäldern von S. Pietro all' Isonzo (Trient) konnte ein ungemein starkes Auftreten von Lecanium corni beobachtet werden, der von hier aus auch auf die benachbarten Maulbeerbäume überging. Der Befall war ein derartig starker, daß die Abholzung des Akazienwaldes und die sofortige Verbrennung des Holzes empfohlen wurde. Zu einer Durchführung dieser Maßregel kam es aber nicht, da dieser am Rande des Doberdoplateaus gelegene Wald schon im Anfang des Krieges durch die Geschoßwirkung vernichtet wurde. Infolge der durch den Krieg notwendig gewordenen Zurückziehung der Station nach Linz mußte der Bericht über die im Jahre 1915 aufgetretenen Schädlinge im Küstenlande entfallen. Aus demselben Grunde mußten auch die Versuche über die Bekämpfung der Peronospora der Weinrebe durch Perozid gerade zur Zeit der ersten Bespritzung abgebrochen werden. Zur Bekämpfung der Peronospora im Kriegsjahr empfahl der Verf. die Anwendung der Martinischen Brühe (Ersatz der halben Kupfervitriolmenge der Bordelaiserbrühe durch die gleiche Gewichtsmenge Alaun) behufs Ersparung von Kupfervitriol. Stift (Wien).

Programm und Jahresbericht der k. k. höheren Lehranstalt für Wein- und Obstbau in Klosterneuburg, veröffentlicht am Schlusse des Schuljahres 1914/15 von der Direktion. IV + 117 S. 1 Taf. Wien 1915.

Uns interessiert hier nur der Tätigkeitsbericht des botanischen Versuchslaboratoriums und des Laboratoriums für Pflanzenkrankheiten, erstattet von Dr. L. Linsbauer.

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

I. Kernobst: Am Wagener-Apfel trat eine interessante Stammißbildung auf: Mehrmalige Einschnürungen und Erweiterungen, deren Ursache noch nicht klargestellt ist. Wie auf Apfelbäumen Fruchtfäule auftritt, muß umgepfropft werden. — Trotz Bespritzung mit 1 Proz. Perozid trugen Apfelblätter doch Fusicladiumflecke; es ist noch zu untersuchen, ob diese Sporen wirklich infektionstüchtig sind. — Auf eine Xenienbildung werden sektorial geteilte Äpfel zurückgeführt, die Frucht war teils glatt, teils rauhschalig. Selbst auf den jüngsten Zweigen kommt der „geschlossene Krebs“ auf oberösterreichischem Mostapfel in Steiermark vor; da spielen klimatische und Standortsverhältnisse eine Rolle. — An den obersten Blättern von verschiedenen Apfelsorten gab es im Herbste einen lokalisierten Milchglanz, der nichts mit Stereum befall zu tun hat. Dieser Fall muß noch näher studiert werden.

II. Beeren- und Schalenobst: An Juglans trat Sommer 1914 eine zweite Blüte auf und zwar an der dem Hause zugekehrten Seite. Die Blüten waren zwittrig; an Zweigen, die unterhalb dieser Kätzchen geringelt waren, hielten sich diese, an der Spitze noch einige fortwachsend, bis in den Herbst hinein. An einigen Straßennußbäumen zeigt sich die Erscheinung als sogenannte „Traubennuß“.

III. Landwirtschaftliche Kulturpflanzen: Leider nimmt das Colletotrichum Lindemuthianum in den sogenannten Schrebergärten und in den „Kriegsgemüseanlagen“ um Wien stark auf den Bohnenpflanzen zu. — Gegen Peronospora effusa, auf Spinat verheerend wirkend, fehlt es leider an entsprechenden Abwehrmitteln. — Im Gebiete überfielen Wühlmäuse besonders stark die tiefgehenden roten Rüben.

IV. Zierpflanzen: Cyclamenpflanzen in einem Glashause wurden infolge einer Bleivergiftung (Einsetzen eines neuen Bleirohres) stark angegriffen; nach Umpflanzung erholten sie sich. Acer Negundo zeigt eine Knospensucht, da unter normalen Knospen noch je 2 seitliche Beiknospen sich entwickelten. Aus allen entstanden Blütenknospen; abgeschnittene und in Wasser gestellte Triebe entfalteten die Knospen aber nur sehr unvollkommen und gingen bald ein.

V. Wildwachsende Pflanzen: Cornus sanguinea: Erisyphe tortilis befiel Sommer 1914 derart stark den Strauch, daß ein Verbleichen und Vertrocknen eintrat. Durch Chionaspis salicis kam es zum Absterben ganzer Zweigsysteme. — Acer Pseudoplatanus wies an Kurztrieben so massenhaft die kugeligen Gallen von Pediaspis aceris auf, daß oft die ganze Blattsubstanz in die Gallenbildung aufgegangen war.

VI. Diverse Beobachtungen: Ulmen waren sehr stark mit Tetraneura ulmi und Schizoneura ulmi zugleich besetzt; die Tiere schlossen sich gegenseitig aber nicht aus. Dieses Verhältnis muß noch näher untersucht werden. — Puccinia pruni spinosae befiel alle Rundpflaumen und Reineclauden „schwach“, die Eier- und Ovalpflaumen mehr oder weniger stark, die Mirabellen und Zwetschen stark oder sehr stark. Angrenzende Aprikose litt aber gar nicht. Man hat es also wohl mit 2 einander nahestehenden Pilzformen zu tun, von denen die eine Sorte die Schlehe, Pflaume und Zwetsche befällt, die andere den Pfirsich, Aprikose und Mandel. — Zweigelts Studien über Blattlausgallen ergaben folgende Hauptresultate: Die Art der Vergallung ist durch die Reaktivität der Pflanzenzelle auf die Aktivität eines bestimmten Gallreizes bedingt, doch unabhängig von der Zahl der Parasiten. Die Ansicht, daß durch eine starke Infektion Gallen entstehen können, ist falsch, weil die Zahl, mithin die Quantität nie die Qualität zu ersetzen vermag. Die Reaktion der Pflanze besteht in der Rückdifferenzierung der Zellen und Gewebe im Sinne der Kataplasmen und gleichzeitiger Aktivierung latenter ventraler und dorsaler Aktivitätszonen, deren Auftreten oder Unterdrückung alle die verschiedenen Formen der Rollgallen verständlich macht. Das Primärstadium behält beide Aktivitätszonen bei, es ist demnach mit Rücksicht auf das in der Natur der Sache gelegene Prävalieren der dorsalen die revolutive Galle ursprünglicher als die involutive. Das Sekundärstadium läßt nur mehr eine Aktivitätszone bestehen; ist dies die ventrale, so entstehen involutive sogenannte Prismengallen; ist es die dorsale, so entstehen revolutive, sogenannte Zylindergallen. — Im Tertiärstadium treten neue, primär nicht vorhanden gewesene Aktivitätszonen auf; es können dadurch involutive Prismen- zu involutiven Zylindergallen umgeschaffen werden. Die pathologische Blattrollung läuft demnach gesetzmäßig ab, und bildet ein entwicklungsmechanisches, rein pflanzenphysiologisches Problem. Demnach besteht kein Zusammenhang zwischen Stichverteilung und Mobilisierung bestimmter Aktivitätszonen. Der Reiz der Parasiten muß kontinuierlich wirken, soll die neue Entwicklungsrichtung beibehalten werden und nicht ein Rückschlag in die normale Bahn eintreten. Es ist noch nicht klar, welcher Art der Gallreiz ist. Es wird ein Reiz, aber nicht ein Giftstoff von Zelle zu Zelle weitergeleitet. Die Gallen sind nicht ausschließlich Mechanomorphosen, sondern in der Hauptsache Chemomorphosen äußerst komplizierter Art. Beim Begriffe „Galle" muß jedes teleologische Moment ausgeschaltet werden; die Galle entsteht nicht deshalb, weil sie der Parasit braucht, sondern es ist ihre Entstehung ganz unabhängig davon, wie sich der Parasit später zu ihr verhält. Die Weiterentwicklung der Galle ist stets eine Folge fortgesetzter Saugtätigkeit der Parasiten, das Saugen also die Ursache, die Gallenbildung die Wirkung. Nie aber dürfen wir die ernährungsphysiologischen Beziehungen des Tieres zur Galle so auffassen, daß die Galle erst dann den Namen Galle verdient, wenn ihr Nahrung entnommen wird. Matouschek (Wien).

Bericht über die Tätigkeit der landwirtschaftlich-chemischen Landes-Versuchs- und Samenkontrollstation in Graz im Jahre 1914. (Zeitschr. f. d. Landw. Versuchsw. in Österreich. Wien 1915. S. 341—356.)

Die Kleesamenernte 1913 fiel für Steiermark noch schlechter aus als die im Jahre 1912. Das gleiche gilt für ganz Österreich-Ungarn. Es mußte nordfranzösischer Klee eingeführt werden, der fast ganz frei von Cuscuta war, was man vom steiermärkischen Rotklee nicht behaupten kann.

Boarmia gemmaria Brahm (Spanner) wirtschaftete arg auf Weinreben, was sonst selten geschieht. Matouschek (Wien).

Slaus-Kantschieder, Johann, Bericht über die Tätigkeit der k. k. landw. Lehr- und Versuchsanstalt in Spalato im Jahre 1914. (Zeitschr. f. d. Landw. Versuchsw. in Österr. Jahrg. 18. 1915. S. 243.)

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

Bespritzungsversuche mit Perozid und mit der Bosnapaste (Kupferchloridkalkbrühe) zur Bekämpfung der Peronospora in Weingärten haben ergeben, daß die Wirkung jener der Bordelaiserbrühe nicht nachsteht. Die Haftbarkeit und die Erkennbarkeit des Perozides an den Blättern ist sehr gut, während die Erkennbarkeit der Bosnapaste wegen deren grünen Spritzflecken eine ungenügende ist. 1 bis 1½ proz. Lösungen von Perozid in Pulverform sind vollkommen genügend zum Schutze der Reben gegen Peronospora, weshalb sie auch aus ökonomischen Gründen der Kupferkalkbrühe vorzuziehen sind. Die Perozidpaste im fertigen Zustande befriedigte nicht, weil nach dem Trocknen der Spritzflecken die Blätter mit einem gelblichen, leicht durch Wind oder Stoß abfallenden Pulver bedeckt erscheinen, das die jungen Blätter auch zu stark beschattete. Der Kampf gegen die Heuschreckeninvasion wurde energisch weiter durchgeführt und zwar durch Sammlung der Eierpaketablagerungen, durch Feuer und durch Bespritzung mit Petroleum. Es steht zu hoffen, daß durch diese wirksamen Methoden die Heuschreckenplage zum Verschwinden gebracht wird. Die Schildlaus Diaspis pentagona verbreitet sich, trotz aller Bekämpfungsmaßregeln, infolge der günstigen klimatischen Verhältnisse Dalmatiens, immer weiter und hat auch schon krautartige Zier- und Gemüsepflanzen ergriffen. Die Mithilfe der Zehrwespe Prospaltella Berlesei als natürlichen Schädling der Schildlaus hat bei der Bekämpfung noch keine deutlich erkennbare Wirkung geäußert. Ebenso haben sich auch sämtliche Bekämpfungsmittel gegen Aphisarten auf Obstbäumen und gewissen krautartigen Pflanzen als fast unwirksam erwiesen. Es besteht nun die Gefahr, daß die bäuerliche Bevölkerung des Landes, wegen der Erfolglosigkeit der Parasitenbekämpfung, daran geht, eine Anzahl von Kulturen überhaupt aufzugeben.

Stift (Wien).

Füger, A., Bericht über die Tätigkeit der k. k. landwirtschaftlichen Lehr- und Versuchsanstalt in Spalato im Jahre 1915. (Zeitschr. f. d. Landw. Versuchswes. in Österr. Jahrg. 19. 1916. S. 247.)

Die ungünstigen Witterungsverhältnisse begünstigten ungemein die Entwicklung der Peronospora, die einen großen Teil des Ertrages der dalmatinischen Weingärten vernichtete. Wo mit Kupferpräparaten rechtzeitig gespritzt wurde, gelang es, die Weingärten gesund zu erhalten. Rohperozid versagte als Bespritzungsmittel, während sich das Perozid bisher als wirksam erwiesen hatte. Die Wirkung einer 2proz. Lösung entsprach ungefähr derjenigen einer 1proz. Kupferlösung. Durch die schlechten Erfolge des Rohperozids hat auch der Ruf des Perozids gelitten, da die Bauern nicht imstande sind, die beiden Mittel voneinander zu unterscheiden. Die Bosnapaste hat sich als Ersatz des Kupfervitriols weiterhin bewährt. Besonders stark wurden Apfelbäume von der Blutlaus (Schizoneura lanigera) befallen und Blattläuse (Aphis mali) schädigten die Birn- und Apfelbäume. Pflaumenbäume litten unter der gelbhörnigen Pflaumen-Sägewespe (Hoplocampa fulvicornis) und Pfirsichbäume durch die Schildlaus (Diaspis pentagona). Durch ringförmiges Bestreichen der Obstbaumstämme mit dem Insektenleim von Avenarius in Amstetten gelang es, den Zutritt der Ameisen zu verhindern; durch die bisher gebrauchten Abwehrmittel wurde kein Erfolg erzielt. Der Gitterrost (Gymnosporangium Sabinae) schädigte stark Kordonbirnbäume. Durch das Auftreten von Microstroma juglandis ging ein großer

Teil der Nußernte verloren. Infolge des Krieges konnten auf dem Gebiete des Pflanzenschutzes keine größeren Abwehrmaßregeln durchgeführt werden.

Stift (Wien).

Füger, Aug., Bericht über die Tätigkeit der k. k. landwirtschaftlichen Lehr- und Versuchsanstalt in Spalato im Jahre 1916. (Zeitschr. f. d. Landw. Versuchsw. i. Österr. Jahrg. 20. 1917. S. 326—347.)

1. Versuche mit Abwehrmitteln: Die starke Ausbreitung des Oidiums der Weintrauben wurde durch wiederholtes Spritzen mit Kaliumpermanganat (200 g in 1 hl Wasser mit entsprechendem Kalk als Haftbarkeitsmittel) gehemmt. Leider ist das Mittel nur vorbeugend, man muß das Spritzen bei jedem erneuten Oidium-Auftreten sofort wiederholen. — Alle angewandten Mittel gegen Schizoneura lanigera (Blutlaus), dem argen Schädlinge der Apfelbäume, waren wirkungslos. — Die Diaspis pentagona war von den Pfirsichbäumen nicht zu vertreiben; die Bäume mußten ausgehackt werden; man sah dabei die Wurzeln von Capnodis tenebrionis geschädigt.

2. Sonstige Krankheiten: Tomaten litten durch Phytophthora infestans und Gloeosporium phomoides, Kordonbirnbäume durch Gymnosporangium Sabinae.

Matouschek (Wien).

Jablonowski, József, Harmincznyolcz év am. kir. Rovartani Allomás életéből. [38 Jahre aus dem Leben der kgl. ungar. Entomolog. Station.] (Rovartani lopok. 25. 1918. p. 3—35.)

1880 gründete man behufs Bekämpfung der 1874 aufgetretenen Reblaus die Landes-Phylloxera-Versuchsanstalt, die sich natürlich auch mit den anderen Schädlingen des Weinstockes zu beschäftigen hatte. 1890 — nachdem die Phylloxera-Bekämpfung erledigt war — taufte man die Anstalt um in „kgl. ungar. Entomologische Station". Verf. schildert nun ausführlich die Arbeiten derselben während der Jahre 1890—1918. Eine Tabelle gibt eine Übersicht des Auftretens der 26 wichtigsten Schädlinge des Weinstockes im Lande Ungarn. Diese sind:

Totrix Pilleriana, Cochylis ambiguana, Eudemis botrana, Eumolpus vitis, Aporia crataegi, Gastropacha neustria, Limantria dispar, Porthesia chrysorrhoea, Cheimatobia brumata, Carpocapsa pomonella, Anthonomus pomorum, A. cinctus, Schizoneura lanuginosa, Mayetiola destructor, Chlorops taeniopus, Oscinis frit, Chortophila sepia, Lema melanopus, Zabrus gibbus, Pyraustra nubialis, die Raupen von Agriotes und Agrotis-Arten, Cleonus punctiventris, Athalia spinarum, Entomoscelis adonidis, Hypogymna morio.

Matouschek (Wien).

Report on the progress of agriculture in India for 1912—13. 69 pp. Calcutta 1914.

Nach einem kurzen Hinweis auf die botanischen, mykologischen, entomologischen und bodenbakteriologischen Arbeiten, die an der Station Pusa ausgeführt worden sind, bringt der Bericht landwirtschaftliche Mitteilungen aus den Provinzen Bombay, Madras, Mysore, den zentralen Provinzen, Bengalen, Bihar und Orissa, Assam, den vereinigten Provinzen, Punjab, der nordwestlichen Grenzprovinz und Burma. Es folgen tierärztliche Mitteilungen aus Indien, Angaben über die Kultur von Reis, Baumwolle, Weizen, Zuckerrohr, Ölpalmen, Tee, Kaffee, Kautschuk, Indigo, über landwirtschaftlichen Unterricht, Verteilung von Saatgut, landwirtschaftliche Maschinen und Seidenbau. Ein Verzeichnis der Veröffentlichungen des Landwirtschafts-Departments beschließt das Heft.

Von Pflanzenkrankheiten werden erwähnt: Phytophthora infestans auf Kartoffel, Älchenkrankheit (eelworm) des Reis, Rotfäule des Zuckerrohrs, Exobasidium vexans auf Tee, Phytophthora omnivora auf der Areca-Palme. Erfolgreich bekämpft wurden die tierischen Schädlinge: Agrotis ypsilon, Phthorimaea operculella und Lecanium viride.

W. Herter (Berlin-Steglitz).

Bokorny, Th., Beitrag zur Kenntnis der chemischen Natur einiger Enzyme. (Zeitschr. f. biol. Chem. 1915. Juli.)

Die chemische Natur der Enzyme ist noch Gegenstand wissenschaftlicher Kontroverse.

Zu welcher chemischen Gruppe sind sie zu rechnen?

Man hat sie als katalytische Substanzen erklärt, wohl mit Recht, da sie eine unbegrenzte Wirksamkeit besitzen und sich bei ihrer Wirksamkeit nicht verändern. Damit sind die Enzyme eingereiht in eine physikalische Rubrik der Chemie. Das chemische Wesen ist damit nicht erklärt.

Es handelt sich weiter darum, ob sie zu den Eiweißstoffen oder zu einer anderen chemischen Gruppe der organischen Chemie zu zählen sind.

Viele nehmen das erstere an, wobei aber zugegeben wird, daß die chemische Analyse der Enzyme nicht auf sicherer Basis steht, da die Reinherstellung der Enzyme große Schwierigkeiten macht. Wer kann sagen, daß er ein reines Enzym in Händen gehabt habe? Es fehlt das Kriterium der Reinheit. Die enorme Wirksamkeit, die z. B. in der Fähigkeit des Labfermentes, eine viel tausendfach größere Menge von Milch zur Gewinnung zu bringen, sich zeigt, dürfte kein Beweis für die Reinheit, sondern nur ein solcher für größere Reinheit gegenüber anderen Präparaten sein.

Ferner fehlt es nicht an Stimmen, die für verschiedenartigen chemischen Charakter der Enzyme, so daß die einen zu den Eiweißstoffen, die anderen zu den Kohlehydraten usw. zu rechnen wären, plädieren.

Alte Beobachter, wie Liebig, Robiquet hielten ohne weiteres die Enzyme für „albuminoide Substanzen".

Später dagegen traten viele Forscher sehr energisch dagegen auf; besonders Hüfner für das Pankreatin (Tryphin), Wurtz für das Papain, Barth und Zulkowski für die Diastase.

Sie stützten sich dabei hauptsächlich auf die von den Eiweißkörpern sehr abweichenden Analysenzahlen.

Indes waren damals die Präparate noch so unrein, daß man kein großes Gewicht auf jene Analysen legen darf.

Besonders O. Loew hat diese Befunde kritisiert und darauf hingewiesen, daß die saccharifizierenden Enzyme stets mit Kohlehydraten namentlich Gummistoffen und Dextrinen verunreinigt sind, was nicht nur sehr störend auf die gefundenen Analysenzahlen, sondern auch auf die Untersuchung der Spaltprodukte wirken mußte.

So führte O. Loew aus, daß der Befund von Barth, den er gegen die Eiweißnatur der Invertase geltend gemacht hatte (kein Benzin bei Spal-

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

tung mit Schwefelsäure), sich dadurch erklärt, daß etwa vorhandenes Benzin aus dem entstandenen zuckerhaltigen Sirup nicht auskristallisieren konnte.

Er selbst erhielt von der Diastase ein reineres Produkt, das die Reaktionen der Peptone (Propeptone) zeigte. Er nahm für die Enzyme im allgemeinen nicht bloß die Eiweißnatur, sondern die der „aktiven Eiweißstoffe" in Anspruch.

Sie sind nach ihm aus Protoplasmaeiweiß durch Depolymerisierung entstanden, bei der von 12 Aldehydgruppen des Protoplasmaeiweißes nur 2—3 übrig bleiben.

Er versuchte dann den Nachweis freier Aldehydgruppen in den Enzymen und zeigte, daß aktives Pankreasferment mit neutralem Silberoxyd intensive Schwärzung ergibt, während gekochte, also inaktivierte, Enzymlösungen nur eine sehr schwache Bräunung unter denselben Bedingungen zeigen.

In neuester Zeit hat O. Loew seine Ansicht dahin modifiziert, daß es sich wahrscheinlich um Keton-Gruppen handelt; denn hochverdünnte alkalische Silberlösungen liefern mit Enzymen bei gewöhnlicher Temperatur keine Metallabscheidung. Es kann sich also nur entweder um polymerisierte Aldehydgruppen oder um die den Aldehydgruppen so nahe verwandten Ketongruppen handeln. Ketone wie Aldehyde addieren Blausäure. Diese äußert bekanntlich auf viele Enzyme eine hemmende (lähmende) Wirkung. Wird die freie Blausäure wieder entfernt, so ist auch die Aktivität der Enzyme wieder hergestellt. Diese Erscheinung ist so zu erklären, daß eine vorhandene Ketongruppe lockere Verbindung mit Blausäure eingeht, welche sehr leicht wieder aufgehoben wird. Konzentrierte Blausäure z. B. von 25 Proz tötet allerdings die Pankreasdiastase, aber noch nicht das Pankreastrypsin (O. L. im Pfl. Arch. Bd. 27).

Nun reagieren Ketongruppen (wie Aldehydgruppen) bekanntlich leicht in neutraler Lösung und selbst bei hoher Verdünnung mit Hydrazin, Methyl- und Phenylhydrazin, ferner mit Hydroxylamin, wobei Verbindungen entstehen, welche Hydrazone und Oxime (Ketoxime resp. Aldoxime) genannt werden.

Von diesem Standpunkt aus hat O. Loew schon im Jahre 1888 die Einwirkung verdünnter neutraler Lösungen von freiem Hydroxylamin auf Diastase probiert und beobachtet, daß bei 24stündigem Stehen dieses Enzym unwirksam wird (Journ. f. gr. Chemie. Bd. 37). Später konstatierte er dieselbe Wirkung bei Katalase (Catalase, a new enzym of generale occurrence, U. S. Dep. of Agricult. 1901. p. 29).

1 g salzsaures Hydroxylamin gelöst in 20 ccm Wasser und genau mit Soda neutralisiert, wurde mit zerriebenem, an Katalase reichem Tabaksblatt 18 Stunden bei 16—18° C stehen gelassen. Es war dann jede Spur der löslichen Katalase inaktiv geworden, während die unlösliche Form oder die α-Katalase noch teilweise unverändert war.

Phenylhydrazin schädigt bei gewöhnlicher Temperatur nach 24 Stunden α- u. β-Katalase bedeutend, weniger das Emulsin.

K. Aso hat auf O. Loews Vorschlag einige weitere Versuche unternommen, und zwar nicht nur mit Hydroxylamin, sondern auch mit Hydrazin und Methylhydrazin.

Die sauer reagierenden Salze dieser Basen wurden mit Soda genau neutralisiert und aus dem abgewogenen ursprünglichen Salze die Menge der freien Base berechnet. In diesen neutral reagierenden Lösungen wurden 0,5 bis 1 g Pepsin, Trypsin, Diastase oder Emulsin gelöst und diese Lösungen

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

ebenso wie die Kontrollösungen (hier wurden einige Tropfen Äther zugesetzt, um Fäulnisvorgänge auszuschließen; bei den Hauptlösungen war dies unnötig, da wegen der starken Giftwirkungen jener Basen Bakterienentwicklung ohnehin unmöglich war) nach kürzeren oder längeren Zeiträumen wieder auf Aktivität geprüft. Die Resultate waren:

Hydrazin tötet in 1-proz. Lösung bei 40° C in 2 Stunden Pepsin, Trypsin und Diastase vollständig, Emulsin nahezu vollständig in 8 Stunden.

Methylhydrazin schädigt in 0,032proz. Lösung das Trypsin bei 40° C in 1 Stunde; es tötet in 0,32proz. Lösung bei 24—32° C Diastase und Emulsin.

Man ersieht hieraus, daß unter der Wirkung dieser Basen die Enzyme in der Tat ihre Aktionsfähigkeit einbüßen.

Was die Zymase betrifft, so hat Wroblewski (Centralbl. f. Physiol. 1889. H. 12) die Wirkung des Hydroxylamins beobachtet: „Nach dem Versetzen des aus Hefe ausgepreßten Saftes mit neutralisierter Lösung des salzsauren Hydroxylamins wird die Reaktion nach einiger Zeit sauer, und es entsteht ein Niederschlag, wobei die Gärfähigkeit des Saftes erlischt; dies geschieht nach dem Zusatz von 1,3 Proz. des Reagens; nach einem Zusatz von 0,65 Proz. desselben entsteht nur ein schwacher Niederschlag und die Gärfähigkeit wird geschwächt aber nicht aufgehoben; 0,325 Proz. Hydroxylamin ruft keinen Niederschlag hervor, und der Saft vergärt auch nur ein wenig schwächer wie bei der Vergleichsprobe.

Da Aldehydgruppen ausgeschlossen sind (wegen der Nichtreagierfähigkeit der Enzyme mit sehr verdünnter alkalischer Silberlösung), so scheinen die beobachteten enzymtötenden Einflüsse dieser Basen auf Ketongruppen zu deuten; denn polymerisierte Aldehydgruppen würden unter den angegebenen Bedingungen wohl kaum mit jenen Basen reagieren, sie müßten erst Depolymerisation erleiden. Da aber gewöhnliche Ketone in der Regel keine so leicht veränderliche Natur aufweisen als Enzyme, so hegt O. Loew die Vermutung, daß in den Enzymen die Labilität der Ketongruppe durch gleichzeitig vorhandene Amidgruppen gesteigert wird.

Als Reagens auf Amidgruppen zog O. Loew das Dicyan in Betracht.

Für das Protoplasma ist letzteres sehr giftig.

So wird z. B. Hefe durch frisch hergestellte wässerige Lösung von Dicyan binnen 24 Stunden völlig getötet.

Aber auch das Gärvermögen schwindet, die Zymase wird also auch getötet.

Pepsin, Trypsin, Emulsin und Diastase freilich sind weniger empfindlich gegen Dicyan, wie Aso gezeigt hat.

Eine recht charakteristische Wirkung auf Amidgruppen übt ferner auch die salpetrige Säure aus. Zunächst entsteht die Diazogruppe, welche aber bei den Körpern der aliphatischen Reihe sofort weiter unter Stickstoffentwicklung in die Hydroxylgruppe übergeht.

Faktisch sind die Enzyme empfindlich dagegen. Nach Aso tötet salpetrige Säure von 0,2 Proz. Pepsin in 1 Stunde bei 40° C; 0,05 Proz. das Trypsin in 1 Stunde bei 40° C; 0,05 Proz. das Emulsin in 16 Stunden bei 18° C.

Da auch Aldehyde mehr oder weniger leicht in labile Amidogruppen eingreifen, so wurden auch mit diesen die Enzyme geprüft, wobei aber zu erwähnen ist, daß viele frühere Untersuchungen schon vorlagen, als O. Loew und seine Schule die Aldehydeinwirkung auf Enzyme prüften.

Es wurde übereinstimmend mit den früheren Untersuchungen gefunden, daß die Enzyme recht empfindlich gegen Aldehyde, namentlich Formaldehyd sind, wodurch nach O. Loew wiederum das Vorhandensein von labilen Amidogruppen wahrscheinlich gemacht wird.

O. Loew erblickt in den angeführten Resultaten einen Beweis dafür, daß die Labilität der Enzyme auf labilen Atomgruppierungen, speziell auf gleichzeitiger Anwesenheit von Keton- und Aldehydgruppen beruhe.

Eine labile Atomgruppierung und infolgedessen ein intensiver atomarer Bewegungszustand (der als kinetische chemische Energie anzusprechen ist) wird also von O. Loew und seiner Schule für die Enzyme gefordert.

Obige Beobachtungen derselben können nur dann als Beweis für Amidoketonnatur der Enzyme gelten, wenn man annimmt, daß sich die betreffenden für Keton- bzw. Amidogruppen charakteristischen Reagentien mit den Enzymen in der bezeichneten Weise verbinden, wofür freilich ein direkter Beweis bis jetzt nicht erbracht wurde. Es müßte dann Hydrazin, Hydroxylamin, Dicyan, salpetrige Säure, Aldehyd usw. aus der Lösung verschwinden, nachdem die Enzyme in dieselbe verbracht wurden. Der Nachweis dieser interessanten Sache dürfte nicht zu den Unmöglichkeiten gehören.

Ich konnte der Frage wegen Mangel an genügenden Mengen der häufig recht kostspieligen Enzyme bis jetzt nicht nachgehen.

Vorläufig habe ich mich darauf beschränkt, bei einigen Enzymen eine Anzahl Versuche über Bindung von Basen, speziell Ammoniak, ferner von Säuren durch die Enzyme anzustellen und zum Vergleich auch einige bekanntere Eiweißstoffe heranzuziehen, wobei mir der Gedanke vorschwebte, die Enzyme müßten sich doch wohl ähnlich verhalten wie das Protoplasmaeiweiß, das ja Säuren und Basen bindet.

Die Resultate dürften in mancher Beziehung von Interesse sein, weshalb hier eine kurze Übersicht über dieselben Platz finden möge.

Tabellarische Zusammenstellung einiger meiner Resultate.

Name des Enzyms (bzw. Eiweißstoffes)	Eigenschaften	Bemerkungen
Diastase (Pulver)	Gelblichgraues Pulver, fast unlöslich in Wasser im Normal-(1,7 %)-Ammoniak oder n-Natronlauge nur wenig löslich (die Flüssigkeit wird gelb bis rot). In dem ungelösten Teil findet sich bei der Behandlung der Diastase mit n-Ammoniak- oder n-Lauge eine nicht unerhebliche Menge der Base gebunden vor, bis zu 0,1 g NH_3 bzw. 0,17 g NaOH pro 1 g Diastase, d. i. **10** % NH_3 bzw. **17** % NaOH.	Hefezellen binden aus n-Ammoniak 15 % NH_3, aus n-Natron über 20 % NaOH (berechnet auf Hefetrockensubstanz).
	In n-Schwefelsäure (4,9 %) löst sich die Diastase ebenfalls nicht auf. Eine Bindung der Säure konnte nicht festgestellt werden.	Hefezellen binden bei gleicher Behandlung gegen 13 % Schwefelsäure (berechnet auf Hefetrockensubstanz).

Tabellarische Zusammenstellung einiger meiner Resultate (Fortsetzung).

Name des Enzyms (bzw. Eiweißstoffes)	Eigenschaften	Bemerkungen
Diastase (Pulver)	Die Bindung der Basen in dem Diastasepulver ist so fest, daß die Ammoniakdiastase geruchlos ist, nicht alkalisch reagiert und erst beim Kochen der noch schleimigen, in Wasser aufgeschwemmten Masse mit gelöschtem Kalk oder mit Kalilauge Ammoniak entweichen läßt. Die Diastase wird durch Pepsin unter etwas Salzsäurezusatz anscheinend verdaut. Sie gibt beim Erhitzen Geruch nach verbranntem Horn. Methylviolett wird davon in starkem Maße absorbiert.	Reaktion des Pulvers gegen Lackmuspapier kaum merklich alkalisch.
Blutalbumin (hornige Masse in spröden Blättchen)	absorbiert **3,74** % NH_3 (berechnet auf Tr. S. des Eiweißstoffes); ferner **6,37** % Schwefelsäure.	Reaktion des Pulvers auf Lackmuspapier deutlich alkalisch.
Muskeleiweiß (feines Pulver)	bindet **2,55** % NH_3 von seinem Trockengewicht; bindet **4,9** % H_2SO_4 von seinem Trockengewicht.	Reaktion schwach sauer.
Hühnereiweiß (hornige, aber spröde Masse)	bindet **4,25** % seines Trockengewichtes an Ammoniak; bindet **6,37** % seines Trockengewichtes an Schwefelsäure.	Reaktion des befeuchteten Pulvers gegen Lackmuspapier schwach alkalisch.
Kaseïn (feines, weißes Pulver)	bindet **3,9** % seines Trockengewichtes an Ammoniak; ferner **10,78** % Schwefelsäure	Reaktion des Pulvers auf Lackmuspapier ganz schwach sauer.
Takadiastase	vermochte 3,74 % ihres Gewichtes Ammoniak zu binden.	Reaktion des Pulvers gegen Lackmuspapier schwach alkalisch.
Pepsin (Pulver von gelblicher Farbe)	löst sich ganz auf, in Wasser wie auch in n-Ammoniak. Bindung von Basen und Säuren nicht nachweisbar; von Säuren wurden n-Schwefelsäure und n-Salzsäure mit negativem Erfolge geprüft, von Basen n-Ammoniak.	Reaktion gegen Lackmus deutlich sauer. Geschmack deutlich bitter, dabei aber auch süß.
Trypsin, alt (Pulver)	vermochte 3,74 % Ammoniak und 5,88 % Schwefelsäure zu binden.	Reaktion gegen Lackmus neutral. Mein Präparat war ziemlich schwer löslich in Wasser und in n-Schwefelsäure, leichter in n-Ammoniak.
Trypsin, frisch (Pulver)	Erster Versuch über Säure- und Basenbindung verunglückt. Ein nachträglicher Versuch ergab 3,4 % Ammoniakbindung, 1,96 % Schwefelsäurebindung.	Reaktion gegen Lackmus neutral. 1 g in 10 ccm Wasser wenig löslich, dito in 10 ccm n-Schwefelsäure, aber ganz leicht in 10 ccm n-NH_3.

Tabellarische Zusammenstellung einiger meiner Resultate (Fortsetzung).

Name des Enzyms (bzw. Eiweißstoffes)	Eigenschaften	Bemerkungen
Lab (Pulver)	vermochte 3,4 % Ammoniak und 2,94 % Schwefelsäure zu binden; beide aus n-Lösung.	Reaktion gegen Lackmus sauer. 1 g Lab in 10 ccm Wasser teilweise sich lösend, mit 10 ccm n-Ammoniak ganz löslich.
Emulsin, durchschimmernde, grauvioletteStückchen (Kahlbaum, Berlin)	Basen und Säuren werden gebunden. Bei n-Ammoniak war eine Bindung von 4,25 % NH_3 titrimetrisch im Filtrat nachzuweisen; bei n-Schwefelsäure eine Bindung von 7,35 % H_2SO_4.	In Wasser schwer löslich. In n-Ammoniak etwas mit bräunlicher Farbe löslich, der Rückstand schleimig. In n-Schwefelsäure unlöslich. Reaktion gegen Lackmus etwas sauer.
Pepton	bindet weder Säuren noch Basen (in n-Lösung).	

Einiges über die Definition der Enzyme (ungeformten Fermente). Da man über die chemische Natur der Enzyme noch vielfach in Zweifel ist, fehlt für eine wirkliche Definition die stoffliche Grundlage.

Dieser Mangel hat wohl auch zum Teil dazu beigetragen, daß man in der Definition manchmal weit über die Grenze hinausgegangen ist, die früher nach Ansicht der Physiologen gezogen war und wohl auch jetzt noch gezogen wird.

Man hat sogar von „anorganischen Fermenten“ gesprochen (Bredig).

Fein verteilte Metalle (und Metalloxyde) sind damit gemeint, ganz besonders das fein verteilte Platin.

Sie haben ja bekanntlich katalytische Wirkungen.

Darin liegt auch faktisch eine Ähnlichkeit mit den echten Enzymen.

Hingegen ist die Art der chemischen Umwandlung eine ganz andere.

Kann man mit Platinsol jemals tryptische oder Gärungswirkungen erzielen?

Umgekehrt ist kein echtes Ferment imstande die Vereinigung von Wasserstoff und Sauerstoff zu Wasser zu bewirken, oder SO_2 und O zu SO_3 zu vereinigen.

Fein verteiltes Nickel bewirkt eine Hydrogenation von Phenol, Kresol, Xylenol. Welches Zellferment vermag das zu leisten?

Durch Überleiten von Acetylen und Wasserstoff über fein verteiltes Nickel (bei nicht ganz 180° C) erhält man Öle von der Zusammensetzung der pennsylvanischen Erdöle. Mit Kobalt und Eisen erhält man Produkte von der Zusammensetzung der kanadischen Erdöle. (Siehe auch Verf. in Centralbl. f. Bakt. Abt. II. 1908. XXI. Bd. No. 7—8.)

Echte Fermente vertragen niemals ein Erhitzen auf 180° C.

Platin vermag freilich H_2O_2 in Wasser und Sauerstoff zu spalten und gleicht darin der Katalase, aber auch nur dieser. Andere Zellfermente vermögen das H_2O_2 nicht zu spalten.

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

Die Empfindlichkeit gegen höhere Temperaturen, welche so weit geht, daß die Enzyme schon bei 50—70° C unwirksam und dauernd inaktiv werden, dann die Existenz eines Temperatur-Optimums, welches, wie beim Protoplasma, zwischen der unteren und oberen Grenze der Wirksamkeit liegt, ferner die Schädigung der Enzyme durch dieselben Gifte, durch welche auch das Protoplasma geschädigt wird, dann die Möglichkeit auch auf rein mechanischem Wege Schädigungen zu erleiden, endlich die Neigung der Enzyme mit der Zeit von selbst dauernd inaktiv zu werden[1]), das alles weist auf das Protoplasma hin, von dem ja alle echten Fermente erzeugt werden. Ohne Protoplasma kein Ferment.

Die Enzyme sind wahrscheinlich aus demselben Stoff gebildet wie das Protoplasma selbst, aus aktivem Proteïn.

Ob die kolloidale Beschaffenheit, die dem Protoplasma wie auch den Enzymen zukommt, ausreichend ist, um die Aktivität zu erklären, möchte ich bezweifeln.

Wie soll ein Kolloid vermöge seiner Dispersion bei 30° C stärker katalytisch wirken als bei 25° C?

Kann ein Kolloid „absterben", ohne daß in den äußeren Verhältnissen irgend etwas geändert wird?

Die Loewsche Anschauung von aktiven Atomgruppen in den Plasma- und Enzymmolekülen, welche leicht in passiven Zustand übergehen können (durch Umlagerung) paßt eher in den Tatsachenbestand hinein.

Durch Steigerung der Temperatur werden labile Atomgruppen noch beweglicher und energischer, bis schließlich durch zu hohe Temperatur eine Zerstörung (Umlagerung) erfolgt. Bestimmte Atomgruppen reagieren mit Aldehydgruppen usw.

Wenn nun auch in diesen grundlegenden Dingen keine Einigkeit herrscht, so nimmt man doch mit Befriedigung wahr, wie der Begriff Ferment jetzt wieder enger mit dem der Zelle verknüpft wird als vor einigen Jahren. Die Physiologen sprechen nicht von anorganischen Fermenten.

„Ein Ferment ist eine katalytisch wirkende Substanz, die von lebenden Zellen erzeugt wird, ohne daß ihre Wirkung an den Lebensprozeß als solchen gebunden ist. Die Fermente sind also imstande, chemische Prozesse auszulösen, die auch von selbst, wenn auch in langsamerem Verlaufe, einzutreten bestrebt sind. Das Ferment selbst bleibt bei diesem Prozeß unverändert. Es wirkt spezifisch, d. h. jedes Ferment richtet seine Tätigkeit nur auf Stoffe von ganz bestimmter struktureller und stereochemischer Anordnung." (So liest man in dem bekannten Buche Oppenheimer, Die Fermente. 4. Aufl. 1913. 1. Bd. p. 15.)

Damit ist zugegeben, daß kein Stoff Anspruch auf die Bezeichnung „Enzym oder Ferment" hat, der nicht in der Zelle erzeugt wurde. Die Entstehung ist an den Lebensprozeß gebunden, nicht immer die Wirksamkeit.

Obwohl die Enzymwirkung der lebenden Zelle zugute kommen soll, bleibt die Wirksamkeit doch in Ausnahmefällen noch erhalten nach geschehener Loslösung von der Zelle. Man braucht, um dies einzusehen, nur an die als Pulver und Lösungen im Handel befindlichen Enzyme zu denken. Sie sind aber alle nicht von langer Lebensdauer.

---

[1]) Die pulverigen wie auch die gelösten Enzyme werden bekanntlich im Laufe der Zeit unbrauchbar, d. h. unwirksam, wenn sie Monate und Jahre lang im Schrank stehen.

Frühere Pflanzenphysiologen haben die Enzyme (damals ungeformte Fermente) als Stoffe definiert, welche von der lebenden Zelle gebildet und eventuell ausgeschieden werden, um an Stellen, wo das Protoplasma selbst nicht wirken kann, Lösungs- und andere Wirkungen zu vollbringen. Sie waren ihnen gewissermaßen die Stellvertreter des lebenden Protoplasmas. Das ist noch heute als richtig anzuerkennen.

Ihr in vieler Beziehung protoplasmaähnliches Verhalten hat wohl den Anlaß zu der Bezeichnung Protoplasmasplitter gegeben, und es besteht diese Bezeichnung noch heute zu Recht, wenn man sich die Splitter entsprechend klein denkt, so daß es mehr depolymerisierte Plasmamoleküle als mechanisch ablösbare Teile sind.

Was die Auslösung von Prozessen, die auch von selbst langsam eintreten, anbelangt, so ist das die bekannte moderne Definition der katalytischen Vorgänge, bei der man stets vergeblich frägt, wer denn jemals eine langsame Selbstzersetzung von Stärke, Rohrzucker, Pepton usw. ohne Zutun von Bakterien und Enzymen usw. gesehen habe.

Für die spezifische Wirkung der Enzyme ist ein Verständnis angebahnt worden, indem man auf Strukturverhältnisse im Molekül der Enzyme und ihrer Substrate hinwies. E. Fischers Beispiel vom Schlüssel und Schloß ist bekannt genug. Die Struktur selbst ist noch aufzuklären.

Dazu paßt nun freilich wiederum nicht die Idee, daß die Enzyme lediglich wie Schmiermittel wirken (Oppenheimer, a. a. O., S. 17). Denn bei einem Schmiermittel ist die spezifische Struktur der Maschine gleichgültig.

Kurz die Ansichten sind noch vielfach different. Wohl kein Gebiet der Chemie bedarf noch so sehr der Läuterung wie das der Enzyme — neben dem eigentlich plasmachemischen Gebiet, das noch ganz im Zeichen des Rätselhaften steht (vom rein chemischen Standpunkte aus).

Bei beiden ist nur ein sehr langsames tastendes Vorgehen möglich.

Eine gewisse Unsicherheit haftet den Untersuchungen über Enzyme, wie über biologisch-chemische Dinge immer an.

Denn die sich entgegenstellenden Schwierigkeiten sind hier ungewöhnlich groß. Vielfach läßt uns die reine Chemie im Stich, indem sie noch nicht weit genug entwickelt ist, um uns an die Hand zu gehen.

Autoreferat.

Crabill, C. H., and Reed, H. S., Convenient methods for demonstrating the biochemical activitiy of micro-organisms, with special reference to the production and activity of enzymes. (Biochem. Bull. IV. 1915. p. 30—44.)

The authors describes methods for classroom demonstration of enzymes, with directions for making the media, and lists of organisms which are most active in producing the various enzymes.

Starch agar is recommended for demonstrating amylase, inulin agar for inulase, and esculin, arbutin, and amygdalin agar for demonstrating the emulsins. A litmus cream agar is used to illustrate lypolytic action. Proteases are demonstrated by the use of fibrin agar and protein agar. The action of erepsin can be shown on casein, skimmed milk, or peptone agar. Egg albumen agar is described for the demonstration of trypsin. Amidase may be demonstrated on asparagin-rosolic acid agar. A method for the preparation of a cellulose medium for the demonstration of cytase is given, and calcium carbonate agar is recommended for demonstrating the formation of lactic and other acids.

A. C. Evans (Washington).

Euler, H., u. **Löwenhamm, E.**, Untersuchungen über die chemische Zusammensetzung und Bildung der Enzyme. XII. Mitt. (Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 97. S. 279—290.)

1. Einwirkung von antiseptischen Mitteln und Giften auf Hefe: Es wurde die Einwirkung von Toluol und Chloroform auf die Vergärung von Brenztraubensäure durch eine (lebende) untergärige Bierhefe untersucht; der Lösung war NaH_2PO_4 als Puffer zugesetzt: Das Alkali-(Na-)Salz wird bei Gegenwart dieser beiden Antiseptica gut vergoren. Bei der Zymase ist das nicht der Fall. In dieser Hinsicht steht die Carboxylase der Invertase näher, nur wird letztere bei lebender Hefe durch Antiseptica nicht beeinflußt, während die Carboxylase, aber nur bei lebender frischer Hefe, dann sogar eine Beschleunigung erfährt. Wird die Hefe aber bei Zimmertemperatur 24 Stunden getrocknet, so ist der Einfluß der Antiseptica auf die Carboxylase gering, manchmal negativ: doch wird auch die Gärung von Glukose nach Trocknen von 10 : 1 vermindert. Ohne Antiseptica ist die Tätigkeit der Carboxylase gering; sie übersteigt dann nur wenig die Intensität der Selbstgärung der Hefe.

2. Die Veränderung des Carboxylase-Gehaltes der lebenden Hefe durch Vorbehandlung: Eine Vorbehandlung von 10 g Hefe in Lindnerscher Nährlösung mit 2 Proz. Glukose und 2 Proz. Na-Pyrovinat zeigte keinen Einfluß auf die Tätigkeit der Carboxylase; ein solcher ließ sich aber nach Lüftung erkennen: es war dann die Zymase um etwa 10 Proz. geschwächt, die Carboxylase um etwa 20 Proz. gesteigert. Vielleicht wirkte die Lüftung durch Entfernung des gebildeten Acetaldehyds; doch ergaben Versuche mit Oxydationsmitteln ($MnSO_4$, $K_2Cr_2O_7$) keine sicheren Resultate. Invertase wurde durch Vorbehandlung mit Pyrovinat ebenfalls gesteigert wie durch Vorbehandlung mit Zucker. Rippel (Breslau).

Euler, H., u. **B.**, Giftwirkung auf Enzyme in der lebenden Zelle. (Fermentforsch. Bd. 1. S. 465—470.)

Es wurden Anhaltspunkte dafür gesucht, wann die Hefe, deren Gärtätigkeit durch Gift erniedrigt wird, eine dauernde Schädigung durch dieses Gift erleidet. Daher wurde zu den Versuchen ein leicht zu entfernendes Gift — Resorzin — verwendet. In Zuckerlösung, 5 Proz., die 0,5 Proz. Resorzin enthielt, war die Gärung etwa 50 Proz. der normalen. Wurde die so vorbehandelte Hefe ausgewaschen und ein neuer Versuch mit Resorzin enthaltender Lösung angestellt, so betrug die Gärungsabnahme nur mehr 10—20 Proz. Bei 2 Proz. Resorzin war die Gärtätigkeit so gut wie ganz unterdrückt, setzte in giftfreiem Medium nach Auswaschen der Hefe aber wieder ein, allerdings in verminderter Stärke. Für die wirkliche Größe der Giftwirkung ist das in die Zelle eingedrungene Gift allein maßgebend, dessen Bestimmung aber für Resorzin noch nicht gelungen ist.

Durch sehr geringe Resorzinmengen wird die Gärtätigkeit der Hefe gesteigert; die maximale Aktivierungskonzentration liegt bei 0,0015 Proz. Resorzin.

Die aktivierende Wirkung, die Resorzin beim Vergären von Brenztraubensäure zeigt, hat Resorzin dabei nicht. Rippel (Breslau).

Bodnár, J., Abgeänderte Wohlgemuthsche Methode zur Bestimmung der Aktivität der Amylase bei Gegenwart von Alkaloiden. (Fermentforsch. Bd. 1. S. 347—350.)

Durch die Gegenwart von Alkaloiden wird das Feststellen der blauroten Übergangsfarbe bei der Wohlgemuthschen Methode erschwert. „Das Wesentliche dieser Modifikation besteht darin, daß nach beendeter Reaktion aus den durch Natronlauge alkalisch gemachten Proben durch irgendein organisches Lösungsmittel die Alkaloide entfernt werden, worauf das Alkali mit Säure neutralisiert und die Bestimmung mit Jodlösung auf die übliche Weise weitergeführt wird.“ Das mit Wasser nicht mischbare Lösungsmittel ist je nach dem vorliegenden Alkaloid zu wählen.

Rippel (Breslau).

Macrinov, J. A., Sur un noveau microorganisme provoquant la fermentation de l'amidon et des substances pectiques. (Arch. d. Scienc. biolog. St. Pétersbourg. T. 18. 1915. S. 440—452.)

Verf. isolierte bei einer bakteriologischen Bodenanalyse den neuen Mikroorganismus Pectinobacter amylophilum. Merkmale: ein 4—6 μ langes, 0,5—1 μ im Durchmesser haltendes Stäbchen, beweglich, in frischen Kulturen sich spiralförmig bewegend. Vor der Sporenbildung ein spindelförmiges Aussehen annehmend, wobei die elliptischen Sporen sich im breitesten Teile des Stäbchens bildeten. Das Pectinobacter ist der spezifische Erreger der Gärung der Stärke und Pektinstoffe. Auf letztere kann es in aërober Umgebung kräftig wirken, daher kann es eine große Bedeutung für das Rösten des Leines gewinnen. Und dies ist auch der Fall: Die Röstung war nach 8—10 Tagen vollständig, nachdem die Leinstengel im Wasser erwärmt wurden, die Flüssigkeit weggeschüttet und die Bündel in einem Thermostaten (30—45° C) gebracht (nach erfolgter Bakterienaussaat). Die Faser war sehr stark, aber fein. Das Rösten in anaërobem Milieu erfolgte in breiten hohen Glaszylindern, die mit Wasser ganz gefüllt waren. Da war die Wirkung des Pectinobacter eine unbedeutende. Es muß dieser Organismus bei der Vernichtung der auf den Boden fallenden Pflanzenmassen eine große Rolle spielen. Matouschek (Wien).

Pringsheim, Hans, u. **Lichtenstein, Stefanie,** Über kristallisierte Dextrine aus Glykogen. (Ber. d. Deutsch. Chem. Gesellsch. Jahrg. 49. 1916. S. 364.)

Seit 3 Jahren hat sich Pringsheim in Gemeinschaft mit Langhans und Eissler mit der von Franz Schardinger entdeckten Vergärung der Stärke durch den Bac. mazerans und mit den kristallisierten Produkten dieser Gärung beschäftigt. Er konnte dabei feststellen, daß es sich hier um eine neue Klasse von Polysacchariden handelt, die aus der Stärke durch einen Depolymerisationsprozeß entstehen und die deshalb im Molekül der Stärke vorhanden sein dürften; die Ergebnisse dieser Versuche und die aus ihnen gezogenen theoretischen Schlüsse wurden im 3. Jahrg. der „Naturwissenschaften“. 1915. S. 95. zusammengefaßt.

Der Gedanke lag nun nahe, auch im Molekül anderer Polysaccharide derartige Zucker mit Ringstruktur als Grundkomplexe zu vermuten; um diese Annahme auf eine experimentelle Grundlage zu stellen, wurde der Versuch gemacht, andere hochmolekulare Saccharide als Stärke der Vergärung durch den Bac. mazerans zu unterwerfen. Bei verschiedenen, wie beim Inulin und dem Salepschleim, konnte keine Vergärung erreicht werden. Am hoffnungsvollsten erschien der Versuch beim Glykogen, weil dieses Polysaccharid der Stärke am nächsten verwandt ist; es besteht, wie die Stärke, nur aus Glukosemolekülen, wird, wie die Stärke, durch amylolytische Fermente über nichtkristallisierende Dextringemische in Maltose gespalten und gibt, wie diese Dextrine, eine Färbung mit Jodlösung.

Der Versuch hat gelehrt, daß das Glykogen durch den Bac. mazerans vergoren werden kann; allerdings verläuft die Gärung viel schleppender. Sie ist deshalb weit schwerer rein zu führen als die der Stärke. Als diese Hindernisse und andere, die hauptsächlich in der Unreinheit des Handelsglykogens lagen, überwunden waren, ließen sich wiederum kristallisierte Abbauprodukte isolieren. Sie erwiesen sich mit den aus Stärke erhaltenen identisch. Dadurch ist der Beweis erbracht, daß die beiden Polysaccharide, die im physiologischen Sinne dieselbe Rolle spielen, insofern die Stärke im pflanzlichen Körper die Funktion des Glykogens im tierischen als Reservematerial übernimmt, auch in ihrem chemischen Aufbau nahe verwandt sein müssen. Sie enthalten also in ihren Molekülen dieselben „Ringzucker" als Grundkomplexe. H. Pringsheim (Berlin).

Rößler, R., Über Diastase. (Lotos. Bd. 63. 1915. S. 47—48.)

Folgende Methode arbeitete Verf. aus, um den Abbau der Stärke durch Diastase in seinem ganzen Verlaufe zu beobachten: Stärkelösung wird mit einer Diastaselösung zusammengebracht; die Wirkung des Fermentes wird an Proben von Zeit zu Zeit durch geeignete Alkalimenge aufgehoben. Die so erhaltenen Proben halbiert man; die eine Hälfte salzt man mit einer gleichen Menge Ammoniumsulfat aus, zur anderen fügt man die gleiche Menge Wasser hinzu. Beide so erhaltenen Reihen der Proben mißt man mit Hilfe des Lippichschen Polarimeters. Fast gleichzeitig läßt man in einem Viskosimeter eine der vorhergehenden an Konzentration ganz gleiche Stärke-Diastaselösung aufeinander wirken und macht von Zeit zu Zeit Messungen der inneren Reibung, während in der Zwischenzeit mit einem Strome durchgepreßter Luftblasen durchgerührt wird. Beides geschieht bei gleicher Temperatur in einem Ostwaldschen Thermostaten. Die Kurven, die sich so aus den gemessenen Werten und der Zeit ergeben, haben eine ihnen eigentümliche gegenseitige Lage. Verf. experimentierte auch mit vorbehandelten Diastaselösungen: Durch Kieselgurkerze filtriert, oder durch längere Zeit mit Kaolin, Tierkohle, Gelatine, Agar, Kartoffelstärke, lösliche Stärke, Kirschgummi in Berührung gebracht. Man salzte auch mit diversen Konzentrationen von Ammoniumsulfat, fraktioniert aus und verwendete dazu auch Auszüge aus Roggen, Mais, Gerste. Bei all diesen Versuchen fand Verf. keine stärkere Beeinflussung der verzuckernden oder verflüssigenden Kraft der Diastaselösung. Daher bleibt die Frage, ob die Diastase ein Gemisch aus 2 oder mehreren Enzymen ist, immer noch offen.

Matouschek (Wien).

Doby, G., A burgonyalevelek invertáza. [Die Invertase des Kartoffelkrautes.] (Botan. közleményeck. XIV. 1915. p. 122.) [Magyarisch.]

Die vorläufige Mitteilung besagt: Die Aktivität des Preßsaftes, gewonnen aus den zerkleinerten Blättern, war um so größer, je geringer der beim Auspressen angewandte Druck gewesen ist. Das Enzym ist ziemlich empfindlich, die Aktivität des Saftes ist schon nach 24stündigem Stehen bei gewöhnlicher Temperatur geschwächt. Es wurde eine rasche Niederschlagsmethode festgestellt, mittels der es möglich war, die Reaktion in einem gegebenen Augenblicke zu unterbrechen und klare, gut zu polarisierende Lösungen zu erhalten. Die Reaktion folgt der für monomolekulare Reaktionen charakteristischen logarithmischen Kurve. Der Wert der Reaktionskonstante ist mit der Enzymkonzentration proportional.

Matouschek (Wien).

Buchner, Eduard, u. **Reischle, Ferdinand,** Auswaschen von Invertase und Maltose aus Aceton-Dauerhefe. (Biochem. Zeitschr. Bd. 83. 1917. S. 1.)

Durch einfaches Behandeln mit Wasser läßt sich aus Aceton-Dauerhefe Invertase in erheblichem Maße und in nachweisbarer Menge selbst Maltose auswaschen. Dagegen ist die Zymase nicht auswaschbar. Die Hefe verliert allerdings bei der Wasserbehandlung ihre Gärkraft, jedoch nur infolge Auswaschens des Co-Enzyms, wie Regenerationsversuche mit Kochsaft zeigten.

Kurt Meyer (Berlin).

Court, Dorothy, Enzymatic peptolysis in germinating seeds. (Proceed. Edinburgh Soc. Vol. 34. 1914. p. 113—127.)

In der ersten Reihe vorliegender Versuche wurde die Peptolyse in keimender Gerste untersucht. Zum peptolytischen Abbau wurden Pepton-Witte und Pepton-Röche verwandt. Es gelang nun, 2 verschiedene Peptasen nachzuweisen. Die eine läßt sich leicht mit Wasser ausziehen, während die andere erst nach Zerstörung der Zelle frei wird, also offenbar ein Endoenzym ist. Beide Fermente zeigen auch abweichende Temperaturkurven. Ihr Optimum liegt für beide zwischen 25—37°. Bei 50° wird die Wirkung auf Pepton-Roche gehemmt, während die Hydrolyse von Pepton-Witte ungestört verläuft. Ähnliche peptolytische Versuche stellte Verf. mit den Früchten von Ananas sativa und mit einer Reihe von Pilzen, wie Boletus, Laccadia, Hydnum usw. an. Pepton-Witte wurde stets angegriffen, während Pepton-Roche intakt blieb. Auch der Buchner-Preßsaft der Pflanzen und Pilze war inaktiv für Pepton-Roche. Schließlich hat Verf. die Peptolyse mit Saccharomyces cerevisiae, Penicillium glaucum und Aspergillus niger versucht. Saccharomyces und Aspergillus enthielten beide Peptasen, nicht aber Penicillium glaucum, trotz der nahen Verwandtschaft beider Pilze. Aus den Versuchen schließt Verf., daß beide Peptasen nicht miteinander identisch sind. Ebenso ist die Peptolyse völlig verschieden von der Proteolyse.

Robert Lewin (Berlin).

Abderhalden, E., u. **Fodor, A.,** Forschungen über Fermentwirkung. 1. Mitt. Studien über den fermentativen Abbau von Polypeptiden. (Fermentforsch. Bd. 1. S. 533—596.)

Zu den Versuchen wurden synthetisch hergestellte Polypeptide verwendet, an deren Aufbau Aminosäuren beteiligt waren, die in der Natur vorkommen. Als wesentlicher Zweck der Arbeit galt dann, festzustellen, „ob von verschiedenen Zellarten hervorgebrachte, auf Polypeptide eingestellte Fermente bestimmte Verbindungen dieser Art in gleicher Weise abbauen oder aber, ob der Angriff auf das Molekül an verschiedener Stelle erfolgt“.

Der Abbau wurde eingeleitet durch ein aus Hefesaft hergestelltes Ferment, das stets in derselben Wirksamkeit derart eingestellt wurde, daß es gegenüber Glycyl-l-leucin als Substrat ein konstantes Verhalten aufwies.

Der genauere Untersuchungsgang sowie die Ergebnisse im einzelnen sind im Original einzusehen. Zusammenfassend sei hier angeführt: „Die Annahme von Glycylasen, Leucylasen usw., die zum Ausdruck bringen würde, daß ein auf eine bestimmte Atomgruppierung eingestelltes Ferment beim Abbau maßgebend ist, erhält durch unsere Versuche keine Stütze. Wir haben im Gegenteil den Eindruck erhalten, daß das gesamte Molekül mit allen seinen chemischen und physikalischen Eigenschaften maßgebend ist.“ Um nur ein Beispiel anzuführen, verhalten sich Glycyl-l-leucin und Glycyl-d-alanin, bei denen Glycyl in gleicher Stellung ist, doch verschieden. Es ergeben sich somit neue Stützpunkte für die Annahme, daß es sich bei der Fermentwirkung lediglich um eine Oberflächenwirkung kolloidaler Substanzen handelt.

Als von biologischem Interesse soll hier nur noch hervorgehoben werden, daß die Hefesaftkonzentration die Reaktionsgeschwindigkeit stark herabsetzt und daß ein hemmender Einfluß der Reaktionsprodukte nachgewiesen wurde, womit auch diese letztere Erscheinung einem mehr chemisch-physikalischen Charakter annehmen würde. Rippel (Breslau).

Fosse, R., Présence simultanée de l'urée et de l'uréase dans le même végétal. (Compt. Rend. de l'Acad. de Paris. T. CLXXVII. 1915. p. 1374.)

Die Aufgabe der Urease in den Vegetabilien besteht nach Ansicht des Verf.s darin, den durch die Pflanze gebildeten oder der Außenwelt entlehnten Harnstoff in den sehr leicht assimilierbaren Ammoniak umzuwandeln. Im übrigen konnte Verf. sowohl Harnstoff wie Urease im Spargel und den Getreideschößlingen, sowie bei den Samen von Bohnen usw. nachweisen.

K. Boas (Weihenstephan).

Dixon, H. H., and **Atkins, W. R. G.**, The extraction of zymase by means of liquid air. (Prelim. note.) (Scientif. Proceed. Roy. Dublin Soc. N. Ser. Vol. XIV. 1915. p. 1.)

Die Untersuchungen der Verff. ergeben, daß es mittels trockener Luft gelingt, Zymase aus dem Pflanzengewebe darzustellen, ohne daß dadurch eine ernstliche Schädigung gesetzt wird. K. Boas (Weihenstephan).

Bodnár, J., A zimáz és karboxiláz enzimek a burgonya és cukorrépa raktározó szervében. [Die Zymase und Karboxylase in den Speicherungsorganen der Kartoffel und Zuckerrübe.] (Botan. közlemények. XIV. 1915. p. 122—123.) [Magyarisch.]

Aus den genannten Speicherungsorganen kann die Zymase im festen aktiven Zustand isoliert werden. Kommen manchmal in der gärenden Flüssigkeit Bakterien vor, so hatten diese nicht die Eigenschaft, die Glykose in der für alkoholische Gärung charakteristischen Art zu zersetzen. Bei aus kranken Pflanzen dargestellter Zymase wird der Alkohol durch sekundäre Wirkung der Bakterien ganz oder zumeist zu Essigsäure. Wie bei der Zymase der Gärungspilze ist auch bei der Zymase der obengenannten Kulturpflanzen die Neubergsche Karboxylase zugegen. Letztere kann auch aus der Zymase der beiden Pflanzen abgeschieden werden, denn es gelang, so ein Präparat herszustellen, das nur bei Piro-Weinsäure wirkte, die Zuckerlösung aber unverändert ließ. Diese Karboxylase ist bezüglich der Aufbewahrungszeit und der verschiedenen Antiseptika (ebenso wie die der Gärungspilze) weniger empfindlich als die übrigen Enzyme der Zymasegruppe.

Matouschek (Wien).

Takamine, Jokichi, Enzymes of Aspergillus oryzae and the application of its amyloclastic enzyme to the fermentation industry. (The Chem. News. Vol. 110. 1914. p. 215—218.)

Der Pilz wird bekanntlich in Japan wegen seiner Enzyme zur Bereitung des „Sake", der „Soy" und des „Miso" allgemein verwendet. „Taka-koji" heißen seine Kulturen auf Weizenkleie, „Koji" die auf Reis. Diese Kulturen sind voneinander verschieden. Merkwürdig ist die Umwandlung der Kleie in „Taka-koji": Letzteres kann als Ersatzmittel für Malz benutzt werden; die Umwandlung der Kleie geschieht innerhalb 48 Stunden (anstatt der 6—8 zur Herstellung des Malzes erforderlichen Tage). Die Umwandlung erfolgt so: Behandlung der Weizenkleie mit Dampf behufs Sterilisierung und Verleihung einer klebrigen Beschaffenheit der Stärke, dann Abkühlung auf 40° C. Jetzt werden die Sporen hineingegeben. Die Entwicklung der Kulturen geschieht in dünnen Schichten auf einem Zementboden oder in Behältern, deren Boden ein doppeltes Drahtnetz hat. Optimale Temperatur 30—35° C. Eine Dampfzuleitung reguliert die Feuchtigkeit. Nach 16—18 Stunden Beginn der Pilzentwicklung, größte Entwicklung des Pilzes infolge Temperatursteigerung dann in weiteren 8—10 Stunden. Die Temperatur sinkt langsam, bis auch die unterste Schicht vom Pilzmycel ganz gesättigt ist. Konidienträger und -sporen treten in Masse auf. Jetzt hat die Masse ihren Höhepunkt bezüglich der diastatischen Wirkungskraft erreicht. Durch trockenen Luftstrom werden die Bakterien verhindert, zu erscheinen. Bei 10—15 Proz. Luftfeuchtigkeit ist die Masse fertig und hält sich dann monatelang. Durch rotierende Trommeln erspart man viel an Arbeitskraft. Mit 4 Proz. lufttrockenem „Taka-koji" erhält man in 15—20 Minuten die gänzliche Umsetzung einer gut zubereiteten Masse. Die Gärung geschieht nämlich gut und recht rasch; Infektionsgefahr ist gering. — Die Diastase „Taka" erzeugte Verf. durch Fällen mit Alkohol; es ist ein weißliches, hygroskopisches Pulver mit folgenden Enzymen: Invertase, Maltase, Amylase, Cytase, Oxydase, Peptase, Erepsin, Tryptase, Lipase, Chimosin, eine dem Emulsin ähnliche Substanz, die das Helecin umsetzt, und ein Enzym, das die Stärke unmittelbar in Stärkezucker umsetzen kann. Taka ist widerstandsfähig gegen Säuren; ihre diastatische Wirkung wird durch Zusatz von Mineralsäuren (H_2SO_4) im Verhältnis von 1 : 2000 wenigstens um 10—15 Proz. beschleunigt. Die Wirksamkeit derselben bleibt viele Jahre hindurch unverändert. Matouschek (Wien).

Keller, Fr., Quantitative Untersuchungen über enzymatische Wirkungen der Reiskleie. (Sitz.-Ber. d. phys.-med. Soz. Erlangen. Bd. 46. 1914. [1915.] S. 57—99.)

Verf. fand diastatische und proteolytische Enzyme in der Reiskleie (Reisfuttermehl), die er studierte. Das hochprozentige Mehl hat in der Menge von 5 g fast die gleiche diastatische Wirkung auf den Reismehlkleister gezeigt wie 5 g Mundspeichel. Die aus Spelzen bestehende gemahlene und gewalzte Kleie zeigt einen schwächeren Fermentgehalt als die Reisfuttermehle, die ja den größten Teil der Frucht und Samenschalen und Embryonen enthalten. Das Optimum der Temperatur liegt bei den Enzymen bei 55° C; bei 70° ist die Wirkung sehr gering. In den ersten Stunden ist die Wirkung derselben am größten. Die Enzyme werden vernichtet, wenn die Kleie eine halbe Stunde lang in strömendem Wasserdampfe gekocht wird. Vollständige Verzuckerung von 1 g Reismehl bei 37° in 48 Stunden erforderte 4 g Kleie in Form des hochprozentigen Reisfuttermehles. Die proteolytischen Enzyme ergaben bezüglich der Wirkung auf die Proteinstoffe der Reiskleie wesentlich niedrigere Abbauwerte als die diastatischen. Ihre Leistung ist in schwach sauerer Lösung (0,2 % HCl) größer als in neutraler und alkalischer (0,2 % NaOH). Die proteolytischen Enzyme wirken auf tierisches Eiweiß nicht ein. Matouschek (Wien).

Durandard, La présure du Rhizopus nigricans. (Compt. Rend. Acad. Scienc. Paris. T. CLVIII. 1914. p. 270—272.)

Das Ferment des genannten Pilzes bringt in angemessener Dosis die gekochte Milch zum Gerinnen, wenn man Calciumchlorür hinzufügt (Temperaturoptimum 50°). Diese Mischung bringt, wenn sie 7 Stunden bei 10° C gehalten wurde, die Milch sofort zum Gerinnen. Die Diastase wird bei 60° zerstört; sie bleibt auch wirkungslos, wenn man sie später auch in das Optimum der Temperatur bringt. Der Pilz enthält auch eine Kasease.

Matouschek (Wien).

Biedermann, W., Fermentstudien. 1. Mitt. Das Speichelferment. (Fermentforsch. Bd. 1. S. 385—436.)

Die vorliegenden Untersuchungen dürften wegen ihrer Wichtigkeit, die sie zweifellos auch für die Kenntnis der übrigen Enzyme haben werden, besonderes Interesse beanspruchen. Der Vorteil der Verwendung des Ptyalins, des Speichelfermentes, vor der Malzdiastase dürfte die sehr viel größere Reinheit des ersteren sein. Zu den Versuchen diente außerdem Weizenstärke. Die diastatische Kraft des Speichelfermentes ist außerordentlich groß: 1 cm Speichel würde bei gewöhnlicher Temperatur in 1 Stunde 1000 ccm 1proz. Stärkelösung bis zum achromatischen Punkte spalten.

Vergleichbare Werte wurden erhalten durch Beobachtung der Zeit, innerhalb derer 1 ccm der Fermentlösung eine bestimmte Menge Stärke, also etwa 100 ccm 1proz. Lösung (1 g Substanz) bis zum achromatischen Punkte abzubauen vermag. Es ließ sich so feststellen, daß „die unter dem Einfluß des Speichelfermentes erforderlichen Zeiten der Stärkespaltung bis zu Dextrinen (Verschwinden der Jodreaktion) den wirkenden Fermentmengen umgekehrt proportional sind“.

Doch bleibt die gebildete Zuckermenge bei steigender Verdünnung nicht parallel der Dextrinbildung, sondern wird kleiner. Die Umsetzung bleibt dann also bei den Dextrinen stehen. Es würde durch diese Beobachtungen die Annahme zweier Enzyme (der Amylase, die Stärke zu Dextrinen und der Dextrinase, die Dextrine zu Zucker abbaut) verständlicher. Verf. geht in diesem Zusammenhang auf die Fälle ein, in denen Mikroorganismen Stärke oder Dextrine, aber nur eines der beiden angreifen. Wichtig ist also, daß Aufspaltung der Stärke zu Dextrinen ohne Entstehung von Zucker erzielt werden kann. Die Entstehung von Zucker geschieht aus farblosen Dextrinen (Achroodextrinen): man kann beobachten, daß sie oft erst einsetzt, wenn der achromatische Punkt bereits überschritten ist.

Aus löslicher Stärke wird schneller Zucker gebildet: mit steigender Verdünnung wird die Zuckerbildung nicht kleiner wie bei der normalen Stärke. Es beruht das offenbar darauf, daß die lösliche Stärke bereits aufgespalten ist, die Dextrinose also bereits Angriffspunkte vorfindet. Durch Zusatz von etwas Maltose zu Stärkelösung kann die Dextrinasebildung verzögert, also die Erscheinungen der löslichen Stärke hervorgerufen werden.

Die Temperatur hat wenig Einfluß auf die Intensität der Spaltung. Kochen zerstört schnell, aber nie vollständig. Dabei zeigt sich eine Zunahme des gekochten Fermentes (Regeneration) nach längerer Zeit. Nun machte Verf. die eigenartige Entdeckung, daß durch Zusatz von Speichelasche zu Stärkelösung die Stärke früher oder später zu Zucker aufgespalten wird, aber immerhin noch innerhalb so kurzer Zeit, daß die Tätigkeit von Mikroorganismen völlig ausgeschlossen ist. Diese Wirkung geht durch Kochen verloren; das stärkespaltende Ferment muß also neu und zwar aus der Stärke selbst entstanden sein. Weiteres bringt die folgende Arbeit.

Rippel (Breslau).

Biedermann, W., Fermentstudien. 2. Mitt. Die Autolyse der Stärke. (Fermentforsch. Bd. 1. S. 474—504.)

Die in der vorstehenden Arbeit geschilderte Autolyse der Stärke wird durch Erhöhung der Temperatur und durch steigende Verdünnung der Lösung beschleunigt. Auffallend ist, daß die Autolyse in einer gekochten Stärkelösung verschwindet, dagegen nicht in einer im Wasserbad bei etwa 40° hergestellten Lösung, ein Verhalten, das der Hydrolyse durch Säure gerade entgegengesetzt ist. Beim Herstellen einer Stärkelösung durch Zerreiben der Stärke in Wasser konnte eine Aufspaltung erzielt werden, deren Intensität der durch eine verdünnte Speichellösung bewirkte gleichkam. Alles das ist nur unter der Annahme eines sich aus der Stärke selbst bildenden stärkelösenden Fermentes möglich. Der Autolyse fällt dabei nur der bei Bereitung der Stärkelösung gelöste Teil anheim, während der ungelöst bleibende Rest nicht angegriffen wird.

Von den die Autolyse fördernden Aschebestandteilen des Speichels wirken besonders Chloride, vor allem stark das Calciumchlorid; offenbar wirken nicht nur die Cl-, sondern auch die Ca-Ionen in diesem Sinne fördernd. Doch konnte ein künstliches dem natürlichen der Speichelasche gleich wirsames Salzgemisch noch nicht zusammengestellt werden.

Rippel (Breslau).

Ellenberger, W., Zur Frage der Zelluloseverdauung. (Nach Versuchen von A. Scheunert, W. Grimmer und A. Hopffe.) (Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 96. S. 236—254.)

Die Versuche der oben genannten Autoren werden gesondert veröffentlicht werden. Hier nur kurze Andeutungen: Ein zelluloselösendes Enzym konnte aus keinen Verdauungsdrüsen oder Schleimhäuten des Verdauungsapparates von Haustieren isoliert werden. Dagegen finden sich stets charakteristische Organismen, die die Fähigkeit besitzen, Zellulose zu zerstören in den Därmen der Haustiere. Die gefundenen Bakterien sollen von den bisher aus Dünger und Boden isolierten und beschriebenen verschieden sein. Verf. glaubt ferner, daß Protozoen, vor allem Infusorien eine wichtige Rolle bei der Zelluloselösung zukommt; eine Züchtung dieser überall gefundenen Organismen ist aber nicht geglückt.

Überall fand sich auch ein Pilz aus der Reihe der Aspergillen, der kräftig Zellulose zersetzt und der sich durch die merkwürdige Fähigkeit auszeichnen soll, auch noch bei 80proz. Äthylalkohol zu wachsen. Das wirksame Enzym ist ein Ektoenzym und konnte durch Filtrieren durch Berkefeldfilter vom Pilz getrennt und in seiner Wirksamkeit beobachtet werden. Genauere Einzelheiten über Art und Wirksamkeit der isolierten Organismen sollen in eingehenderen Berichten der genannten Autoren mitgeteilt werden.

Rippel (Breslau).

Gast, W., Quantitative Untersuchungen über den Kohlehydratstoffwechsel im Laubblatt. (Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 90. 1918. S. 1—53.)

Als Material wurden Blätter von Tropaeolum majus, Cucurbita ficifolia, Vitis vinifera, Musa Ensete, Canna iridiflora benutzt. Bestimmt wurden Maltose durch Reduktion mit Fehling und Titration mit J_2SO_4 und Thiosulfat nach Vergären der übrigen Zucker mit maltosefreier Hefe, Saccharose durch Reduktion nach Inversion. Dextrose und Lävulose aus den Differenzen der Reduktion und Drehung, Stärke nach Inversion des entzuckerten Materials durch Speichel.

In Übereinstimmung mit anderen Autoren, hat Verf. gefunden, daß zur Zeit der stärksten Assimilation die Disaccharide, hauptsächlich Rohrzucker, ihr Maximum erreichen, während Monosen erst nachts stärker zunehmen, bzw. (Dextrose bei Cucurbita) erst dann auftreten; bei Canna konnte Dextrose überhaupt nicht bestimmt werden. Es erscheint jedoch nicht sicher, ob Saccharose erstes Assimilationsprodukt ist, ohne vorherige Bildung von Dextrose, da die Kondensation so schnell eintreten könnte, daß keine Anhäufung der Monose stattfindet. Jedoch ist noch kein Beweis dafür erbracht, daß Monosen anders als durch Inversion entstehen. Das Verhältnis Dextrose : Lävulose bietet keinen Anhaltspunkt dafür; es ist nur ersichtlich, daß offenbar die Dextrose schneller in den Stoffwechsel einbezogen wird; ob letztere auch direkt entsteht, kann natürlich nicht bewiesen werden.

Bei der Maltose kann ebenfalls nicht gesagt werden, ob sie Abbauprodukt der Stärke oder Vorstufe derselben ist; das Vorhandensein ist im allgemeinen wenig schwankend, nachts ist nur wenig mehr vorhanden. Bemerkenswert ist noch bei Tropaeolum, daß der Zuckergehalt in der Nacht bedeutend abnimmt, und zwar jeder Zucker so, daß das Mengenverhältnis das gleiche bleibt. Eine Ergänzung aus der Stärke tritt nicht ein, da diese nur wenig abnimmt. Rippel (Breslau).

Lichtenstein, Stefanie, Über die Differenzierung einzelner Hefearten mit Hilfe spezifischer Agglutine. (Arch. f. Anat. Physiol. 1914. S. 525—532.)

Es war der Verf. bereits früher gelungen, Algen mit Hilfe der Agglutinationsmethode zu differenzieren. In der vorliegenden Arbeit hat Verf. Kaninchen mit Hefereinkulturen wie zur Immunisierung vorbehandelt. Zur Vorbehandlung benutzte Verf. 20 Stunden alte auf Bierwürzeagar bei 28° C gezüchtete Kulturen. Die Dosierung begann mit einer Öse. Die Injektionen wurden gut vertragen. Es wurden gut agglutinierende Sera gewonnen, die nur spezifisch wirkten. So agglutinierte das Serum von einem mit der pathogenen Hefe Busse vorbehandelten Kaninchen diesen Stamm bis zum Titer 1 : 2000, war aber gegenüber Sacch. hyalosporus und farinosus ganz unwirksam. Auch mit den beiden anderen Hefearten erhielt Verf. ganz spezifische Agglutinine. Die Methode wurde weiterhin zur Differenzierung untergäriger und obergäriger Hefekulturen geprüft. Zu diesem Zwecke wurden Kaninchen mit Hefe Saaz (untergärig), Sacch. pastorianus I (untergärig), Sacch. pastorianus III oder validus (obergärig) und Sacch. turbidans (obergärig) vorbehandelt. Es zeigte sich nun, daß man in der Tat mit Hilfe der Agglutination den unter- oder obergärigen Charakter der Hefeart festzustellen vermag. Schließlich hat Verf. auch eine Torulaart, die Speckhefe, zur Immunisierung verwandt

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

und gezeigt, daß man durch die Agglutination Torulaarten von Saccharomyceten zu differenzieren vermag. Robert Lewin (Berlin).

Bonzowski, Jv., Gibt es eine Mutation bei den Hefen? (Isw. Moskowsk. Selskochosiajstw. Instit. 1915. p. 42—136.)

Hefen und Bakterien zeigen keine Mutationen im Sinne von De Vries, da sie die erforderliche Bereitwilligkeit zum Hervorbringen neuer Eigenschaften und die Fähigkeit, diese auf die nachfolgenden Generationen erblich zu übertragen, nicht besitzen. Bei diesen Mikroorganismen gibt es nur eine Anpassung an das Milieu, bzw. an die neuen Ernährungsbedingungen. Dies begründet Verf. durch eigene, eingehende Studien, die man hier nur skizzieren kann. Die benutzten Wein- und Bierhefen wurden auf Nährlösungen gezüchtet, die enthalten haben 0,1 g KH_2PO_4, 0,05 g $MgSO_4$, 100 ccm Brunnenwasser. Asparagin, Pepton waren die N-Quellen, Glyzerin, Mannit, Bernstein-, Apfel-, Zitronen- und Chinasäuren usw. waren die C-Quellen. In diesem Milieu erzeugen die Hefen keine Zymase, sondern erhöhen die Menge der oxydierenden Gärstoffe, besonders mit der Bernsteinsäure. Wie die Hefen von säurehaltigem Substrate in die Zucker enthaltende Nährlösung gebracht werden, so vermehren sie sich noch kräftiger, da sie die C-Quelle Zucker zur Verfügung haben. Verbleiben sie in dieser neuen Nährlösung, so zeigt sich anfangs eine schwache Gärung, da nicht alle Zellen Zymase erzeugen. Der Zeitpunkt, wo die Gärung auf den verschiedenen Säuren beginnt, schwankt. Sie beginnt auf der Chinasäure, zuletzt auf der Weinsteinsäure. Diese gleiche Abstufung in der Zellenvermehrung ist auch auf diesen Säuren beim Vorhandensein von Zucker zu beobachten. Die mit Säuren kultivierten Hefen, die die Fähigkeit der Zuckervergärung verloren haben, müssen während mehrerer Generationen auf dem Zucker verbleiben, bevor man dabei die Rückkehr zu dem Urzustande beobachtet. Diese vollzieht sich namentlich zuerst in denen, die am wenigsten geeignet sind, die neuerworbenen Eigenschaften zu bewahren. Die Hefekulturen auf Säuren kamen in Röhrchen mit neutralem und geschmolzenem Agar-Agar; sie verblieben bis 30 Tage bei 26—28° C in dem Thermostaten. Die Kolonien wurden bald sehr groß; CO_2-Blasen erschienen. Die Kulturen von Hefe mit Weinsteinsäure zeigten diese Blasen auch nach 38 Tagen nicht, obwohl die Kulturen in den Röhrchen sehr groß und zahlreich waren. Es ist hier also das gleiche erzielt worden, was Massini, Burri und Klein mit Bacterium coli mutabile und imperfectum auf Saccharose und Lactose erhalten hatten. Matouschek (Wien).

Guilliermond, A., Monographie des levures rapportées d'Afrique occidentale par la Mission Chevalier. (Ann. d. Scienc. natur. Sér. II. Botan. T. 19. 1914. p. 1—32.)

Die hier beschriebenen Hefen sind alle aus der Gärung verschiedener alkoholischer Getränke isoliert worden, die von den Eingeborenen Westafrikas hergestellt werden.

Es lagen 4 Hefekulturen in 10proz. Lösung von Saccharose vor; eine davon war abgestorben. Aus den 3 anderen Kulturen wurden folgende Hefen in Reinkultur isoliert:

Saccharomyces Chevalieri (nov. spec.), aus Palmwein (Elaeis guineensis). Länge der Zellen schwankt zwischen 5—9 μ, die Breite zwischen 4—7 μ. Das Temperaturminimum für die Sprossung

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

liegt etwas über 5° C, das Maximum zwischen 40 und 41° C. Sporenbildung konnte auf Gipsblöcken leicht erreicht werden. Das Temperaturoptimum für die Sporenbildung liegt bei 25—30° C. S. Chevalieri gehört zu den obergärigen Hefen. Er erzeugt eine starke Gärung in Saccharose, Dextrose, Lävulose und Mannose. In Galaktose, Maltose und Laktose erzeugt er keine Gärung.

Saccharomyces Mangini (nov. spec.), aus dem Biliwein, der in Französisch-Guinea aus den Knollen einer Melastomacee (Osbeckia grandiflora) hergestellt wird.

Länge der Zellen schwankt zwischen 3 und 10 μ, die Breite zwischen 3 und 7 μ. Für die Sprossung und Sporenbildung sind die gleichen Temperaturen wie für S. Chevalieri. Eine starke Gärung ruft diese Hefe in Saccharose, Dextrose, Lävulose, Mannose, Laktose, Galaktose und Dextrin hervor. Es ist ebenfalls eine obergärige Hefe.

Zygosaccharomyces Chevalieri (nov. spec.), ebenfalls aus dem Biliwein. Länge der Zelle schwankt zwischen 4 und 8 μ, die Breite zwischen 2 und 6 μ. Für die Sprossung ist das Minimum etwas unter 5° C, das Maximum 42—43° C.

Hier findet bei der Sporenbildung eine Kopulation von Heterogameten statt. Die Verschiedenheit der Gameten beruht auf dem verschiedenen Alter der Zellen. Die Makrogamete ist eine erwachsene Zelle, während die Mikrogamete eine ganz junge Zelle ist. Die beiden Gameten treten durch einen Kanal in Verbindung. Nach Übertritt des Inhaltes der Mikrogamete in die Makrogamete werden in letzterer 1—4 Sporen gebildet. Einige Makrogameten entwickeln sich parthenogenetisch. Die optimale Temperatur für die Sporenbildung liegt bei 25—30° C.

Diese Hefe invertiert Saccharose, verursacht aber keine Gärung in Saccharose, Dextrose, Lävulose, Maltose, Mannose, Laktose und Galaktose.

Saccharomyces Lindnerii (nov. spec.), aus dem Gingembrewein, der aus den Rhizomen von Zingiber officinale hergestellt wird. (Nicht identisch mit dem Ingwerbier!) Länge der Zellen schwankt zwischen 4 und 9 μ, die Breite zwischen 4 und 8 μ. Die Sprossung weist ein Temperaturminimum von etwas unter 5° C auf, ein Maximum von 40—41° C. Sporenbildung ist leicht zu erzielen, 1—4 Sporen im Arcus.

Diese Hefe erzeugt eine ziemlich starke Gärung in Saccharose, Lävulose, Mannose. Eine schwache Gärung in Dextrose. Sie hat gar keine Wirkung auf Galaktose, Laktose, Dextrin und Maltose.

Mycoderma Chevalieri (nov. spec.) wurde ebenfalls aus dem Gingembrewein isoliert. Die Länge der Zelle schwankt zwischen 4—14 μ, die Breite zwischen 3 und 5 μ. Die Sprossung erfolgt ausschließlich an den Enden der Zellen; Temperaturminimum etwas unter 5° C, Maximum 46 bis 57° C. Sporen konnten nicht beobachtet werden.

Mycoderma Chevalierie gehört zu den obergärigen Hefen, sie verursacht eine leichte Gärung in Saccharose, eine schwache in Dextrose. In Lävulose und Mannose verursacht sie dagegen eine ziemlich starke Gärung. In Galaktose, Laktose, Maltose und Dextrin gar keine Wirkung.

Alle 5 Hefen sind an hohe Temperaturen angepaßt. Sie beginnen bei 4—5° C zu sprossen, gewöhnliche Hefen schon bei 0,3—3° C. Die maximalen Temperaturen liegen zwischen 40—47° C, für gewöhnliche Hefen 38—39° C. Die Sporenbildung erfolgt erst von 8—10° C, während dies bei den gewöhnlichen Hefen schon bei 0,5—3° C der Fall ist.

v. Büren (Bern).

Hägglund, E., Über den Einfluß des elektrischen Wechselstromes auf die Gärung der lebenden Hefe. (Biochem. Zeitschr. Bd. 70. 1915. S. 164—170.)

Obergärige Hefe war das Versuchsobjekt. Die Temperatur war bei allen Versuchen die gleiche; die elektrische Spannung betrug 45—48 Volt, die Stromstärke 0,004—0,009 Ampère. Der Wechselstrom hat stets eine Steigerung der CO_2-Entwicklung hervorgebracht, desgleichen eine solche in der Bildung des Alkohols und bezüglich des Zuckerverbrauches. Die Tätigkeit der Zymase wird gesteigert. Auf Carboxylase wirkt der Wechselstrom weder störend noch hemmend ein. Matouschek (Wien).

Zikes, Heinrich, Über den gestaltbildenden Einfluß der Temperatur auf Gärungsorganismen. (Allgem. Zeitschr. f. Bierbrauer. u. Malzfabrik. Jahrg. 43. Nr. 3 u. 4.)

Die ersten Beobachtungen über den Einfluß der Temperatur auf Gestalt und Form der Gärungsorganismen verdanken wir Hansen, welcher fand, daß diese Wechselbeziehung in eklatanter Weise bei den Kahmhautbildungen der Hefen zum Ausdruck kommt. Auch Will hat in seiner Arbeit: „Beiträge zur Kenntnis der Sproßpilze ohne Sporenbildung" hierüber berichtet. Üder den gestaltbildenden Einfluß der Temperatur auf Bakterien und Schimmelpilze haben Hansen, Tiraboschi, Schneider-Orelli, Satory usw. geschrieben. Verf. fand, daß die Optimaltemperatur für die Vermehrung die kleinsten und zartesten Individuen hervorbringt; dies erklärt sich am besten in der Weise, daß bei der überaus raschen Vermehrung die einzelnen Organismen nicht genügend Zeit hatten, sich vollständig zu entwickeln und ihre normale Größe zu erreichen, sondern daß sie in der Regel nur kleinere Formen auszubilden vermögen. Henneberg konnte bei Bacterium Delbrücki die gleiche Beobachtung machen. Hansen züchtete Bacterium aceti, Pasteurianum und Kützingianum bei 34° C, wobei schöne Ketten von sehr breiten Kurzstäbchen gebildet wurden. Überträgt man diese Kurzstäbchen auf frische Nährböden und hält sie bei 40—40,5° C, so tritt eine Umbildung der Zellen ein und es bilden sich nach 24 Stunden lauter Langstäbchen, welche außer Verband auftreten. Bringt man diese Langstäbchen wieder in die Temperatur von 34° C zurück, so tritt ein Zerfall in Teilstücke ein und der Faden verwandelt sich wieder in Ketten von Kurzstäbchen, womit die ursprüngliche Gestalt wieder erreicht ist. Noch mehr als Spaltpilze neigen Sproßpilze zu Variationen hin, welche entweder flüchtiger oder konstanter Natur sein können. Verf. konnte nachweisen, daß unter dem gestaltbildenden Einfluß der Temperatur bei verschiedenen Hefearten vielfach flüchtige Variationen auftreten. Die Hefen bei verschiedenen Temperaturen gezüchtet, zeigen verschiedene Größe und Gestalt. Bei niederer Temperatur werden mehr längliche, oft wurstförmige Zellen gebildet, die meist in Sproßverbänden vereinigt bleiben, während bei höherer Temperatur kürzere, kugelige, kurzelliptische, ovale Zellen entstehen, die sich leicht voneinander trennen. Oft werden ganz abnormale Zellen gebildet, wie Pichia hyalospora. Sowohl die Bakterien wie die Hefen neigen also bei niederen Temperaturen zur Coenobienbildung hin. Auch auf die Gestalt und Form der Schimmelpilze hat die Temperatur einen großen Einfluß, wie Verf. an einem Aspergillus-, Penicillium- und Mucorstamm zeigt. Die Bildung der Fruchtkörper tritt nur innerhalb gewisser Temperaturgrenzen ein. Wenn diese Grenzen über- oder unterschritten werden, so wird nur Mycel gebildet. Bei Aspergillus und Penicillium kam es bei 30° C zu zahlreichen chlamydosporenartigen Aufwölbungen der Zellen. Bei 12° C findet eine solche chlamydosporenartige Bildung nicht mehr statt. Die Hyphen des Aspergillus zeigten bei dieser Temperatur reiche Verästelung und es wurden keine Fruchtkörper mehr entwickelt, während Penicillium noch welche bildete, die aber erheblich kleiner waren und kürzere Sterigmen aufwiesen als die wohlausgebildeten, normalen Fruchtkörper. Bei Mucor machte sich bei 30° C eine sehr kräftige Granulabildung bemerkbar und es wurden Sporangien gebildet, während bei 12° C das Protoplasma sehr zart granuliert war und keine Sporangien mehr auftraten.

C. Rudolf (Wien).

Euler, H., u. **Lindner, P.,** Chemie der Hefe und der alkoholischen Gärung. 8°. 350 S. 2 Taf. Leipzig (Akad. Verlagsgesellsch.). 1915. 14 *M*.

Eine wertvolle Zusammenfassung und Ergänzung des aufgestellten Themas. Sie läuft auf den Hauptsatz hinaus: Die alkoholische Gärung kann zwar teilweise von der lebenden Zelle abgetrennt werden, aber sie ist doch in jeder Hinsicht mit dem gesamten Zellenleben, ganz besonders mit dem Wachstum, aufs innigste verknüpft. — Euler bearbeitete die Abschnitte über die Entwicklung der Lehre von der Hefe und der Gärung, dann die Chemie des Zellinhaltes, den Hefepreßsaft, die Trockenhefe, die Enzyme der Hefe, Selbstgärung und -verdauung, die chemischen Vorgänge beim Gärprozeß, die Substrate der Gärung, die alkoholische Gärung der Aminosäure, den Stoff- und Energiewechsel in der Hefe, die Geschwindigkeit und die Bedingungen der Zellenvermehrung, Einflüsse des Mediums auf die lebende Hefenzelle, Vergiftungen und Reizerscheinungen, Anpassungserscheinungen und Regeneration. Lindner bearbeitete den morphologischen und systematischen Teil der Hefen. Matouschek (Wien).

Buchner, E., u. **Skraup, S.,** Ist die Enzymtheorie der Gärung einzuschränken? (Sitzungsber. d. physik.-mediz. Gesellsch. Würzburg. 1914. S. 27—32.)

Verff. meinen, daß bei der Gärung nicht zwei verschiedene Vorgänge nebeneinander sich abspielen, wie Rubner meint, nämlich ein vitaler und ein enzymatischer Zerfall des Zuckers. Nachdem die Ansicht Rubners einer Kritik unterzogen wird, kommen die Verff. zu der Meinung, daß vorläufig kein Anlaß besteht, die Enzymtheorie der Gärung einzuschränken.

Matouschek (Wien).

Neuberg, Carl, u. **Färber, Eduard,** Über das Vorkommen emulsinartiger, von den Hefezellen abtrennbarer Fermente in den untergärigen Hefen sowie das Fehlen von Myrosin in Berliner Ober- und Unterhefen. (Biochem. Zeitschr. Bd. 78. 1916. S. 264.)

Von untergäriger Hefe lassen sich alle drei zur vollständigen Amygdalinhydrolyse notwendigen Fermente (Amygdalase, Prunase und Oxynitrilase) abtrennen. Sie gehen in den Hefemazerationssaft über und wirken in Anwesenheit von Toluol.

Wahre β-Glukoside (Arbutin, Salicin), die durch frische englische Oberhefe zerlegt werden, unterliegen auch der Spaltung durch den Mazerationssaft aus Münchener Unterhefe in Gegenwart von Toluol.

Myrosinferment ist ebensowenig wie in frischen englischen Oberhefen in untergäriger Münchener Trockenhefe oder in dem daraus bereiteten Mazerationssaft oder in frischer Berliner Ober- und Unterhefe nachweisbar.
Kurt Meyer (Berlin).

Euler, H., Über die alkoholische Gärung bei verschiedenen OH$_1$-Konzentrationen. (Zeitschr. f. physiolog. Chem. Bd. 100. S. 69—73.)

Bei Gegenwart von freiem Ammoniak beschleunigte Phosphat die alkoholische Gärung (untergärige Bierhefe), und zwar um so mehr, je stärker die Ammoniakkonzentration war; gleichzeitig bildete sich Säure, worüber nichts Näheres mitgeteilt wird. Hält man jedoch die Nährlösung durch kontinuierlichen Zusatz von Ammoniak alkalisch, so entwickelt sich bei gleicher OH^1-Konzentration in Gegenwart von Phosphat bedeutend weniger CO$_2$, als ohne Phosphat.
Rippel (Breslau).

Färber, E., Zur Frage der Oxydationswirkungen von Hefen. (Biochem. Zeitschr. Bd. 78. 1917. S. 294.)

Verf. konnte eine ältere Angabe Herzogs, daß Hefe Salicylaldehyd zu Salicylsäure zu oxydieren vermag, bei Versuchen mit Reinkulturen von unter- und obergäriger Hefe nicht bestätigen. Wahrscheinlich hatte Herzog mit einem durch fremde Erreger verunreinigten Hefematerial gearbeitet.
Kurt Meyer (Berlin).

Stange, Herbert, Reduktion und alkoholische Gärung. (Zeitschr. f. Gärungsphysiol. Bd. 5. S. 65—150.)

Nach kurzer geschichtlicher Übersicht über die wichtigsten Beobachtungen der Reduktionserscheinungen bei der Tätigkeit der Bakterien und der Hefen geht Stange näher auf die Theorien des Zuckerzerfalls bei der alkoholischen Gärung, ein von denen die älteren als Zwischenprodukt des Zerfalles Dioxyaceton annehmen, andere Autoren betrachten die Zerlegung des Zuckers als reine Reduktionswirkung des bei Zerfall des Zuckers vorübergehend frei werdenden Wasserstoffes (Grüß, Ztschr. f. d. Ges. Bremen 1904). Kostytschew nimmt als Zwischenprodukt der Gärung die Bildung von Brenztraubensäure an, die dann weiter in Kohlensäure und Alkohol gespalten ist. Verf. geht bei der Prüfung der Frage von der beiden Theorien gemeinsamen vorübergehenden Bildung von Wasserstoff aus, und untersucht den Zuckerzerfall in der Weise, daß er dem eventuell entstehenden Wasserstoff Gelegenheit gibt, reduzierbare Stoffe wie Farbstoffe (Methylenblau und Indigkarmin), Schwefel und Thiosulfat, Selen- und Tellursalze zu reduzieren. Wenn die Voraussetzungen der beiden Theorien richtig sind, müßte infolge geringerer Alkoholbildung das Verhältnis Alkohol zu Kohlensäure verringert werden, was sich durch genaue Alkohol- und CO$_2$-Bestimmungen ermitteln läßt. Zur Erzeugung der Gärung wendet Stange Hefemazerationssaft nach Lebedeff an. Als Gärmaterial fand Glukose und als Antiseptikum 1 Vol.-Proz. Toluol Anwendung. In großen Versuchsreihen wird zunächst der Einfluß reduzierbarer Stoffe auf die CO$_2$-Entwicklung geprüft, sodann wurde der Einfluß der reduzierbaren Stoffe auf das Verhältnis Alkohol zu Kohlensäure geprüft. Die CO$_2$ wurde nach Einleiten in einen mit KOH-Lösung beschickten Kaliapparat und der Alkohol durch Destillation bestimmt. Zum Schlusse wurden auch die Reduktionsprodukte quantitativ untersucht. Aus all den zahlreichen Versuchen ging hervor, daß Tellur als bestes Reduktionsmittel anzusprechen ist. Als Gesamtresultat ergibt sich nun, daß das Reduktionsvermögen des Hefesaftes nicht einheitlicher Natur ist, sondern daß mindestens zwei verschiedene Vorgänge Reduktionserscheinungen veranlassen können. Im Anfang der Gärung wirken reduzierbare Stoffe in mittlerer Konzentration teils anregend (Methylenblau), teils verzögernd (selenige Säure). Der Gärwert wird durch geringe Konzentration meist schwach erhöht, bei Farbstoffen erniedrigt. Mittlere Konzentration wirkte mehr oder weniger stark erniedrigend. Der Gärungsquotient Alkohol: CO_2 bleibt bei der Hefesaftgärung regelmäßig hinter dem der idealen Gärungsgleichung zurück. Diese Verschiebung des Quotienten wird bewirkt durch Mehrbildung von CO_2, deren absoluter Wert bei Hefesaft aus derselben Trockenhefe der gleiche ist. Gegenwart von Schwefel und TeO_2, die beide die Gesamtgärung nur wenig hemmen, konnte keine die Versuchsfehler überschreitende Verschiebung des Gärungsquotienten im Sinne Grüß oder Kostytschew beobachtet werden. Die Mengen des Reduktionsproduktes sind, besonders bei Schwefel und beim Thiosulfat, im Verhältnis zur Gärung äußerst gering. Eine Beeeinflussung des Gärungsquotienten im Sinne Grüß und Kostytschew ist also überhaupt nur in äußerst geringem Umfange möglich. Die Menge des reduzierten Te ist von der Konzentration der Tellursäure abhängig und wächst mit der Gärung, sie wächst mit der Zeit sowohl bei Gärung als auch ohne solche. Die Reduktionswirkung des nichtgärenden Saftes ist danach als proteolytischer Prozeß aufzufassen. Die Reduktionswirkungen des Hefesaftes sind danach als in quantitativer Hinsicht bedeutungslose Nebenerscheinungen der alkoholischen Gärung und des proteolytischen Prozesses aufzufassen. Ein besonderes Reduktionsferment scheint danach nicht zu existieren.

Bischkopff (Berlin).

Euler, H., u. Tholin, T., Über die Phosphatwirkung auf die alkoholische Gärung bei verschiedenen OH-Konzentrationen. (Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 97. S. 269—278.).

Die Versuche wurden so angestellt, daß zu 50 ccm einer 5proz. Glukoselösung 1,5 g frische untergärige Hefe, Phosphat in wechselnden Mengen und 1 ccm einer 0,01proz. Phenolphtaleinlösung gegeben wurde. Durch sukzessiven Zusatz von KOH wurde die Flüssigkeit stets auf dem Umschlagepunkt gehalten, so daß die Hydroxylionenkonzentration immer die gleiche blieb bei wechselnder Phosphatmenge: Es zeigte sich dabei mit steigender Phosphatmenge eine Verzögerung der Gärung (CO_2-Abgabe); in saurer Lösung übte dagegen steigende Phosphatmenge eine aktivierende Wirkung auf die Gärung aus.

Rippel (Breslau).

Neuberg, Carl, u. Färber, Eduard, Über den Verlauf der alkoholischen Gärung in alkalischen Lösungen. (Biochem. Zeitschr. Bd. 78. 1916. S. 238.)

Die normale Gärung vollzieht sich in saurer Lösung und in nicht genügend saurem Medium schafft sich die Hefe selbst die optimale Acidität. Trotzdem läßt sich die alkoholische Gärung auch in dauernd alkalisch gehaltenen Lösungen erreichen.

Als Alkalisatoren dienten basische Salze. Um Einflüsse der lebenden Zellen auszuschalten, wurde mit Hefesäften gearbeitet. Völlige Vergärung des Zuckers erfolgte bei einer Gesamtalkalinität von 0,1—0,2 m an Di-

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

kalium- und Dinatriumkarbonat, Kaliummetaborat oder Trikaliumphosphat und einer solchen von 0,02 m an Dikalium- oder Dinatriumsulfit.

Fast die doppelten Alkalimengen wurden vertragen, wenn die Alkalisatoren erst nach Einsetzen der Gärung zugefügt wurden.

Dieser Unterschied fand seinen äußeren Ausdruck in der Erscheinung, daß in den angegorenen Gemischen die Alkalisatoren keine Niederschläge erzeugten in Konzentrationen, in denen sie in nicht angegorenen Gemischen eine starke Fällung von Tripelphosphat und phosphorsaurem Kalk hervorriefen.

Weder Zugabe löslicher Phosphate, noch fertiger hexosediphosphorsaurer Salze stellt das Gärvermögen wieder her, wohl aber Zusatz von freier Phosphorsäure oder Milchsäure. Die Inaktivierung durch die Alkalisatoren ist also reversibel.

Die alkalisch reagierenden Stoffe beeinflussen somit die alkoholische Gärung in doppelter Weise. Einmal handelt es sich um eine allgemeine, von der OH-Ionenkonzentration abhängige Gärungshemmung. Sodann wirkt das Alkali auf die vor dem Eintritt der Kohlensäureentwicklung sich vollziehenden Teilvorgänge des Gärungsprozesses, die aber nach einmal erfolgter Einteilung unempfindlich gegen erhöhte Alkalisatorenkonzentrationen sind.

Kurt Meyer (Berlin).

Euler, H., Ohlsén, Hj., u. Johansson, D., Über Zwischenreaktionen bei der alkoholischen Gärung. (Biochem. Zeitschr. Bd. 84. 1917. S. 402.)

Während Glukose unter der Einwirkung von Hefeextrakt erst nach vorausgegangener Angärung durch lebende Hefe eine Bindung mit Phosphorsäure zu Zymophosphat eingeht, erfolgt bei Fruktose die Veresterung auch ohne Angärung, allerdings etwas langsamer und vielleicht unvollständig.

Ein ähnlicher Unterschied zwischen Glukose und Fruktose war bei einem Versuch mit einer abgeschwächten lebenden Hefe festzustellen.

Hiernach und nach den Beobachtungen Karstens über die eigentümliche Rolle der Fruktose bei der Zymophosphatbildung erscheint der Schluß berechtigt, daß im Zymophosphat die Hexose die Konfiguration der Fruktose besitzt, jene also als Fruktosediphosphat anzusehen wäre, woraufhin auch alle Ergebnisse der chemischen Untersuchung des Zymophosphats deuten. Kurt Meyer (Berlin).

Klöcker, Alb., Recherches sur les organismes de fermentation. III. Observations relatives à la conservation d'organismes de fermentation dans des milieux nutritifs. (Compt. rend. d. trav. du Laborat. de Carlsberg. T. 2. 1917. Livr. 6. p. 297.)

Es wurden im ganzen 820 Vegetationen von Hefen- und Schimmelpilzen geprüft. Von diesen Vegetationen waren 461 in einer 10proz. Saccharoselösung, 290 in Würze und 69 in anderen Substraten aufbewahrt. In der Saccharoselösung waren 403 (87 Proz.) am Leben und 58 (13 Proz.) abgestorben, in Würze aber waren 268 (92 Proz.) am Leben und 22 (8 Proz.) abgestorben. Sowohl eine 10proz. wässerige Saccharoselösung, als auch Lagerbierwürze (13—14 Proz. Ball.) sind deshalb vorzüglich zur Aufbewahrung von Hefen- und Schimmelpilzen geeignet. Die Organismen können hierin mehr als 30 Jahre leben.

Ausnahmen in dieser Beziehung bilden:

1. Die asporogenen Saccharomyces-Varietäten. Von den 32 Saccharosekulturen waren nur 14 (44 Proz.) am Leben, 18 (56 Proz.) aber abgestorben, und von 14 Würzekulturen waren nur 3 am Leben, 11 (78,6 Proz.) aber abgestorben. Die ältesten Vegetationen waren 15—20 Jahre alt.

2. Saccharomycodes Ludwigii. Von 9 Saccharosekulturen war nur 1 am Leben, während 8 binnen 3—7,5 Jahren gestorben waren. Die 5 Würzekulturen waren alle bis nach 25 Jahren noch am Leben.

3. Schizosaccharomyces. Von 5 Saccharosekulturen waren nur 2 am Leben (1 Sch. octosporus nach 17,75 Jahren und 1 Sch. sp. nach 11 Jahren), während von 11 Würzekulturen 10 am Leben waren. Auf Reis scheinen diese Formen lange leben zu können; jedenfalls bis über 9 Jahre.

4. Aspergillus glaucus. Diese Spezies verhielt sich ganz verschieden von den anderen, zu dieser Gattung gehörigen Arten. Von 6 Saccharosekulturen war nur 1 nach 2 Jahren am Leben, während 2 andere in diesem Zeitraume gestorben waren.

Hansens 3 Essigsäurebakterienarten können 5—9 Jahre in Doppelbier leben. Autoreferat.

Boas, F., Die Wirkung der Arsensalze auf Hefe. (Zeitschr. f. Gärungsphysiol. Bd. 6. 1917. S. 1—12.)

Arsensalze hemmen bei geringerer Aussaat von Hefezellen anfangs Vermehrung und Gärung; doch gleicht sich der Unterschied zu normalen Kulturen nach längerer Zeit aus. Diese Hemmung ist bei niederer Temperatur (4—8° C) besonders intensiv.

Die vom Verf. benutzte Weihenstephaner Hefe scheint viel widerstandsfähiger gegen Arsensalze zu sein als die von anderen Versuchsanstellern benutzte. Verf. nimmt an, daß der Wandstruktur eine ausschlaggebende Rolle bei der mehr oder weniger großen Widerstandsfähigkeit von Hefen gegen Arsensalze zukommt. Wenigstens scheint kein Arsen in die Zellen einzudringen; es wurden in der Kulturflüssigkeit vor und nach der Gärung gleich große Arsenmengen gefunden.

Wurden so große Hefemengen zugegeben, daß die Gärung sofort eintreten konnte, so zeigte sich bei arsensaurem K und Na normales Eintreten der Gärung, nach etwa 5 Stunden bedeutende Hemmung, von da an wieder Zunahme der Gärung im Vergleich zu reinen Zuckerlösungen und solchen mit phosphorsaurem Kali, jedoch nur in N-haltiger Nährlösung; in N-freier zeigte sich bedeutende Gärungshemmung. Doch fielen nicht alle Versuche gleichsinnig aus, so daß angenommen werden muß, daß der jeweilige physiologische Zustand der Hefe ein verschiedenes Verhalten hervorrufen kann. Arsenigsaures Na wirkte bei letzteren Versuchen bedeutend giftiger als arsensaure Salze. Rippel (Breslau).

Bau, Arminius, Einige Bemerkungen über die Hefen-Carboxylase mit besonderer Berücksichtigung ihrer Haltbarkeit in Trockenhefen im Vergleiche zu anderen Hefeenzymen. (Biochem. Zeitschr. Bd. 73. 1916. S. 340.)

In frischen Hefen ist Zymase, Invertase, Carboxylase, Maltase, Melibiase und Katalase reichlich vorhanden. Endotryptase, Oxydase und Reduktase kommen erst in zweiter Linie, während Trehalase, Emulsin, Amygdalase, Lipase und Lab nur in geringer Menge vorkommen.

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

Beim Trocknen der Hefe geht die Trehalase sehr schnell zugrunde, auch die Oxydase ist leicht veränderlich. Längeres Austrocknen vertragen auch Zymase, Katalase, Reduktase und Lab nicht. Dagegen sind Invertase, Carboxylase, Maltase, Melibiase, Emulsin, Amygdalase, Lipase und Endotryptase noch in fast 20 Jahre alten Trockenhefen nachweisbar.

Kurt Meyer (Berlin).

Thomas, P., Sur les rapports des substances protéiques de la levure avec la sucrase. (Compt. Rend. Ac. Sc. Paris. T. CLVIII. 1914. p. 1597—1600.)

Die Sucrase bildet sich auf Kosten der Cerevisine, eines Albumins vom Typus der pflanzlichen Albumine, die in der Bierhefe vorhanden sind.

Matouschek (Wien).

Zaleski, W., und **Schataloff, W.**, Beiträge zur Kenntnis der Eiweißumwandlung in der Hefe. II. Über den Einfluß des Mediums auf den Eiweißabbau der Hefe. (Biochem. Zeitschr. Bd. 69. S. 294—305.)

In einer früheren Arbeit (diese Zeitschr. 55, 63, 1913) haben Verff. über den Einfluß der Aldehyde auf den Eiweißabbau der abgetöteten Hefe berichtet. Gegenstand der jetzigen Untersuchung ist das Studium der Wirkung von Phenolen und Alkoholen auf die Hefeproteolyse. Als Hefematerial wurde Hefanol benutzt. Die Autolyse dauerte 20 Stunden bis 67 Stunden. Untersucht wurden Methyl-, Aethyl-, Isobutyl-, Isoamyl-, Allyl- und Benzylalkohol, ferner Phenol und Phloroglucin. Resultate: Einwertige Alkohole der aliphatischen Reihe können sich bei stärkerer als 4proz. Konzentration auf die Hefeproteolyse störend bemerkbar machen. Die aromatischen Alkohole, besonders aber Phenole, wirken noch nachteiliger auf die proteolytischen Enzyme. Den Einfluß der Reaktion des Mediums auf die Hefeproteolyse untersuchte er durch Versetzen von Hefanol mit verschiedenen anorganischen und organischen Säuren. Ferner wurde die Einwirkung von Karbonaten, Hydroxyden, Ammoniak, Aminen, von Cholin, Piperidin, Pyrol und Salzen verschiedener organischer Säuren geprüft. Aus diesen Versuchen sowie aus Versuchen von Hahn u. a. geht hervor, daß das proteolytische Enzym (die Endotryptase) in schwach saurer Lösung begünstigt und in neutraler oder schwachalkalischer Lösung gehemmt wird. Essigsäure wirkt günstiger als Salzsäure, Natriumkarbonat setzt die Wirkung herab und hemmt bei 0,4 Proz. Die primären Phosphate befördern die Hefeproteolyse. Der Wirkungsgrad der verschiedenen Säuren ist verschieden. Salzsäure und Ameisensäure riefen keine Förderung der Endotryptase hervor. Andere Säuren, wie Phosphor-, Oxal-, Milch-, Brenztrauben-, Essig- und Zitronensäure wirken in gewissen kleinen Konzentrationen günstig. Mit dem Fortschreiten der Autolyse wird durch Vermehrung der Azidität die günstige Wirkung der Säuren vermindert. Bei der Autolyse werden die Eiweißstoffe stufenweise abgebaut und zwar unter reichlicher Bildung von Ammoniak als Endprodukt. Bischkopff (Berlin).

Heinze, B., Die Fettbildung durch niedere pflanzliche Organismen und ihre gewerbliche Verwertung. (Jahresber. d. Vereinig. f. angew. Botan. Bd. 15. 1917. S. 1—8.)

Ein Sammelreferat über diesen Gegenstand, besonders in Hinsicht auf die gewerbliche Ausnützung der Fettbildung bei Endomyces vernalis Ludw. nach den Versuchen von Lindner, welcher Pilz, ohne

Gärung hervorzurufen, eine Fetternte von 50—60 Proz. auf Trockengewicht geben soll. Außer reichlicher Kohlenstoffernährung, Säuregehalt und Lüftung des Substrates soll nach Verf. besonders Phosphorsäure für die Fetterzeugung wichtig sein, und zwar verschieden, je nachdem diese als ein-, zwei- oder dreibasisches Salz gegeben wird. Rippel (Breslau).

Bokorny, Th., Versuche über Trockensubstanzvermehrung der Hefe in Zuckerlösungen unter Anwendung von Harn als Stickstoffnahrung. (Biochem. Zeitschr. 1917.)

Die Versuche haben bisher zu folgenden Resultaten geführt:

Zunächst verdient hervorgehoben zu werden, daß mit den besten nährenden Kohlehydraten trotz Darbietung aller sonst noch nötigen Nährstoffe (außer C, dieses nur als Kohlehydrat) unter Umständen keine Trockensubstanzvermehrung eintritt.

Das ist dann der Fall, wenn zu Nährlösungen mit gärfähigem Zucker als ausschließlicher C-Nahrung größere Hefemengen gesetzt werden.

Die im Original aufgezählten Versuche des Verf. zeigen dies deutlich.

So oft zu den Gär- und Nährlösungen 2 g Preßhefe auf 2 g Zucker genommen wurde, trat keine oder nur eine ziemlich geringe Trockensubstanzvermehrung ein.

Wurde nur 0,02 oder 0,05 oder 0,1 g usw. Preßhefe auf 2 g Zucker angewandt, dann vermehrte sich die Trockensubstanz auf das Vielfache.

Man wird das wohl kaum anders deuten können, als so, daß man eine vorzeitige Vergärung des Zuckers annimmt.

In vielen Fällen wurde eine merkliche Abnahme der Trockensubstanz wahrgenommen.

Dabei waren aber alle nötigen Nährstoffe (Harnstoff als N-Quelle, Zucker als C-Quelle, Phosphat, Kali, Calcium, Magnesium) anwesend.

Die Abnahme ist auf Verbrauch von ursprünglich vorhanden gewesenen Reservestoffen, wie Glykogen, zu deuten.

Ob wirklich Zucker assimiliert wurde, kann nicht gesagt werden.

Ist dies der Fall gewesen, so ist jedenfalls der Verbrauch größer gewesen, als die Neubildung.

Gärung und Assimilation wirken antagonistisch.

H. Euler faßt nicht einmal die Glykogenbildung aus Zucker als Assimilation auf, da das Glykogen jederzeit der Gärung anheimfallen kann.

„Der aufgenommene Zucker kann zur Synthese notwendiger Zellbestandteile, des Plasmas usw. verwendet, d. h. tatsächlich assimiliert werden, und dieser Teil steht wohl zum Gesamtzuwachs der Hefe in konstanter Beziehung. Zweitens wird zeitweise der Zucker bzw. das übrige Kohlenstoffmaterial als Reservestoff in Form von Glykogen aufgespeichert, und diese Aufnahme braucht natürlich nicht mit der Zellvermehrung parallel zu gehen. Die Aufspeicherung des Glykogens aus Zuckerlösungen kann wohl kaum als „Assimilation“ bezeichnet werden. Dieser Kohlehydratgehalt der Hefe wechselt ja sehr rasch und das Glykogen kann zu jeder Zeit zur Vergärung mobilisiert werden (H. Euler, Chemie der Hefe. S. 226).“

Auch Euler berichtet von einem Versuch, bei welchem ein Rückgang des Trockengewichtes trotz Zuckerernährung der Hefe beobachtet wurde:

5 g Hefe (ca. 30 Proz. Trockensubstanz) wurde in 500 ccm 2proz. Glykoselösung verbracht.

Stunden	Zellenzahl	Trockengewicht der Hefe	Drehungsrückgang in %	g Zucker verwandelt in Alkohol	g Glykogen in der Hefe
0	30,6	1,5856	0	0	0,3665
2	28,5	1,7396	51,10	3,42	0,3104
4	40,3	1,8652	90,60	6,94	0,3031
23	44,3	1,4806	100,00	8,27	0,1496

„Die Unsicherheit, welche hinsichtlich der Deutung des Drehungsrückganges herrscht, ferner die Bildung von Hemizellulosen usw. verhindern eine Berechnung des assimilierten Zuckers. Das Trockengewicht der Hefe hat in obigem Versuch während der Gärung abgenommen, trotz der recht bedeutenden Zunahme der Zellenzahl. Zum großen Teil ist das wohl auf Kosten der Abnahme des Glykogengehaltes zu setzen.“

Man ersieht aus dem Versuch, welch großer Prozentsatz des Zuckers vergoren wurde.

Der vergorene Zucker macht 82,7 Proz. des zuerst vorhandenen aus.

Auch hier hat der starke Hefezusatz gewirkt wie bei einem Teil meiner Versuche. Die Hefe betrug bei Euler 5 g Preßhefe auf 10 g Zucker.

Was sonstige Publikationen über den Einfluß der Aussaatmenge auf die Größe der Ernte anlangt, so hat darüber Raming[1]) die ersten zuverlässigen Ermittelungen gemacht.

Er hat in 4 österreichischen Brauereien (A bis D) gleichartige Parallelversuche anstellen lassen, wobei die Würze pro Hektoliter mit 0,33, 0,5 und 0,66 l dickbreiiger untergäriger Hefe angestellt wurde.

Die genaueren Befunde sind zu nachstehender Tabelle rechnerisch verarbeitet worden.

Sie gibt für jede der 4 Brauereien zunächst an, auf welche absolute Erntemenge sich die entsprechende Aussaat vermehrt hat.

Die Differenz dieser beiden Zahlen (Ernte minus Aussaat) gibt den eingetretenen Zuwachs an.

pro hl Würzeausgesäte dickbreiige Hefe	Daraus erzielte Ernte (l) dickbreiiger Hefe				Zuwachs (l) dickbreiiger Hefe			
	A	A	C	D	A	B	C	D
0,33	1,63	1,99	1,74	1,49	1,30	1,66	1,41	1,16
0,50	1,61	1,95	1,95	1,50	1,10	1,45	1,45	1,00
0,66	1,66	1,83	1,79	1,53	1,00	1,21	1,13	0,87

Man ersieht aus der Tabelle, daß eine Steigerung der Aussaatmenge durchaus nicht immer eine Vergrößerung der Ernte zur Folge hatte.

Der Zuwachs zeigte ein merkliches Sinken mit der höheren Aussaatmenge.

Es ist von den angegebenen Aussaatmengen 0,33 l dickbreiige Hefe die günstigste Aussaatmenge pro 1 hl Würze gewesen.

Dickbreiige Hefe mag vielleicht doppelt soviel Wasser enthalten als Preßhefe: Nehmen wir an, daß 2 g Dickbreihefe gleich 1 g Preßhefe gleich ist, dann wenden die Bierbrauer auf 1 hl Würze 0,25 l Preßhefe an (die mittlere Hefemenge von obigen Versuchen Thausings angenommen); somit auf ca. 32 kg Zucker 1 kg Preßhefe.

---

[1]) Nach Lafar, Techn. Mykologie S. 120.

Das entspricht ungefähr meinem (in verschiedenen der beschriebenen Versuche eingehaltenen) Satz 2 g Zucker auf 0,05 g Preßhefe.

Auch ich habe bei diesem Ansatze immer eine sehr beträchtliche Vermehrung der Hefetrockensubstanz (und damit der Hefe) zu verzeichnen gehabt.

In der Praxis der untergärigen Brauerei gibt man pro Hektoliter Anstellwürze meist 0,5 l dickbreiige Hefe, also 50 l pro 100 hl und sagt in solchem Falle, allerdings unrichtig, aber allgemein, man arbeite mit „50proz. Hefengabe." Jenes ½ l Anstellhefe wächst dann ungefähr zu 4 l Satzhefe heran. Das Depot, als welches sich diese am Grunde der Gärbottiche vorfindet, ist aus drei Schichten aufgebaut: zu unterst die Bodenhefe, dann die Kernhefe und zu oberst das Oberzeug. Nur der mittlere Anteil wird für die Zwecke der Bierbrauerei weiter verwendet und sorgfältig abgetrennt. Man erhält aus 0,5 l Anstellhefe ungefähr 1 l Samenhefe, das ist die doppelte Menge, wovon die Hälfte für die Anstellung eines folgenden Gebräues Anwendung findet (Lafar, a. a. O.).

Wir müssen aber auch die Bodenhefe und den Oberzeug mitrechnen, da sie ebenfalls aus Hefe, wenn auch weniger reiner bestehen. Somit kann man sagen, daß sich die Hefe beim Brauprozeß auf das 5fache und mehr vermehrt.

An dieser großen Vermehrung ist sicherlich zum erheblichen Teil das Verhältnis der Aussaat zu der Nährstoffmenge Schuld.

Verschiedene Forscher sind schon zu diesem Schluß gekommen (Reinke, Brown, Reichard usw.).

Es ist das zweifellos eine für die Hefekultur äußerst wichtige Sache, die oft nicht gebührend berücksichtigt wurde.

Man kann, wenn man dies nicht beachtet, zu der Meinung kommen, daß die besten Nährstoffe, wie Traubenzucker, nicht trockensubstanzvermehrend wirken.

Verf. hat früher immer, wenn es sich um die Frage der Nährfähigkeit einer Substanz gegen Hefe handelte, nur Spuren Hefe zugesetzt. Das Auftreten oder Nichtauftreten einer Hefetrübung ist dann entscheidend gewesen.

Die bei den beschriebenen Versuchen des Verf. angewendete Temperatur betrug teils 20—25° C, teils 12° oder auch 15°.

Die Anwendung der Temperatur 20—25° bringt den Vorteil, daß die Versuche rascher zum Abschluß gelangen, birgt aber die Gefahr des Verderbens in sich.

Auch vergärt der Zucker rascher.

Bei niederer Temperatur findet freilich auch eine langsamere Ernährung der Hefezellen statt.

Trotzdem kann man beobachten, daß die Ernährungsversuche ein besseres Resultat (stärkere Trockensubstanzvermehrung) ergeben.

Reizstoffe tun eine ersichtliche Wirkung.

Doch soll diese Frage vom Verf. noch weiter geprüft werden.

Es ist auch die Zahl der Reizmittel, die in diesen Versuchsreihen geprüft wurden, noch eine geringe.

Von den verschiedenen angewandten Zuckerarten verdient der Rohrzucker den Vorzug. Er bringt die besten Trockengewichte ein.

Was die Stickstoffquelle anlangt, so hat sich der Harn durchaus bewährt.

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

Es erschien dabei ganz überflüssig, noch besondere Nährsalzzugaben zu machen. Offenbar genügen die im Harn, sogar im 5fach verdünnten Harn enthaltenen Phosphate usw. vollständig.

Besser freilich scheint mir es jetzt zu sein, daß der Harn nicht so stark verdünnt angewendet wird, zumal wenn eine Neutralisation desselben (mit Dialkaliphosphat) vorgenommen wird.

Untersuchungen hierüber sind noch im Gange. Autoreferat.

Bokorny, Th., Weitere Versuche über die Trockensubstanzvermehrung der Hefe unter Anwendung von Harnstoff als Stickstoffquelle. (Biochem. Zeitschr. Bd. 81. 1917.)

Verf. ist seit einiger Zeit bemüht, die Bedingungen der Trockensubstanzvermehrung der Hefe ausfindig zu machen.

Bessere Resultate als früher (Biochem. Zeitschr. Bd. 80) hoffte ich durch Anwendung geringerer Temperaturen als 20 bis 25° C zu erhalten. Denn schon neulich schienen mir einige Parallelversuche darauf hinzuweisen, daß die niedrigere Temperatur von 15° C günstiger für die Vermehrung der Hefe in gärfähigen Nährlösungen sei als 20—25° C. Der Antagonismus zwischen Gärung und Ernährung, welcher bei 20—25° C durch zu starke Begünstigung des Gärvorganges dahin führt, daß gar keine Trockensubstanzvermehrung trotz Anwesenheit bester Nährstoffe erfolgt, wird durch niedrigere Temperaturen zugunsten des Ernährungsvorganges gewendet. Es findet dann zwar keine Vermehrung der Ernährung, wohl aber eine Verminderung des Gärungsprozesses statt, so daß mehr Zucker als Hefezellbestandteil angesetzt wird. Auch in der Bierbrauerei, aus der die meiste Abfallhefe des Handels stammt, wird eine niedere Temperatur eingehalten. Das Resultat ist eine Vermehrung der Hefe auf das Vielfache.

Für das Zweite setzte ich Hoffnung auf den Luftzutritt zu der Hefe während des Gärungs- und Ernährungsvorganges.

Leider erwiesen sich zunächst meine Vorrichtungen nicht als ausreichend.

Ich brachte 0,02 g Preßhefe in folgende Gär- u. Nährlösung: Harn (auf das 5fache verdünnt) 2500 g, Rohrzucker (reinster) 2 g.

Die Lösung wurde auf Filtrierpapier gegossen, das zur Auskleidung einer geräumigen Glasschale mit 4 l Inhalt verwendet war. Die Schale war mit übergreifendem Deckel geschlossen.

Schon nach wenigen Tagen machte sich ein säuerlich ranziger Geruch bemerkbar, der mir die Verunreinigung der ausgesäten wachsenden Hefe mit Bakterien anzeigte. Auch Schimmelpilze stellten sich ein.

Somit kann man bei diesem Verfahren keine Hefeaufzucht herstellen. Die Hefe wird bald überwuchert von anderen Pilzen. Andere Versuche bei Luftzutritt sind vom Verf. des weiteren nach anderer Methode gemacht worden (siehe Schluß).

Fernerhin wollte ich noch den Unterschied zwischen neutralisiertem und nicht neutralisiertem Harn prüfen. Möglicherweise gibt ein neutralisierter Harn besseres Resultat als ein nicht neutralisierter (beide unter Zuckerzusatz).

Endlich schien es mir vielleicht vorteilhaft zu sein, den Harn nicht so stark zu verdünnen, wie es in den neulichen Versuchen geschah (er wurde bis auf das 5fache mit Wasser verdünnt). Besonders der neutralisierte Harn schien mir auch in konzentrierter Form anwendbar zu sein.

Zum Schluß machte ich noch einige Versuche unter Sauerstoffzufuhr durch Anstellung der Versuche in großen flachen Schalen.

Folgendes sind die Hauptresultate der Arbeiten:

Der Ausfall der Trockensubstanzernte bei Hefekulturen im Harn, der mit gärfähigem Zucker versetzt ist, läßt sich durch verschiedene Umstände beeinflussen.

Schon in der ersten Abhandlung wurde hervorgehoben, daß ein sehr wichtiger Punkt die Aussaatmenge sei (Biochem. Zeitschr. 1917.). Sie darf nicht zu groß genommen werden, sonst kann es leicht vorkommen, daß man eine Abnahme statt Zunahme erhält.

Ja, man kann den Eindruck bekommen, daß die besten Nährsubstanzen nicht nähren.

„Zunächst verdient hervorgehoben zu werden, daß mit den besten nährenden Kohlenhydraten trotz Darbietung aller sonst noch nötigen Nährstoffe (außer C, dieses nur als Kohlenhydrat) unter Umständen keine Trockensubstanzvermehrung eintritt.

Das ist dann der Fall, wenn zu Nährlösungen mit gärfähigem Zucker als ausschließlicher C-Nahrung größere Hefemengen gesetzt werden.

Die aufgezählten Versuche des Verf. zeigen dies deutlich.

So oft zu den Nähr- und Gärlösungen 2 g Preßhefe auf 2 g Zucker genommen wurde, trat keine oder nur eine ziemlich geringe Trockensubstanzvermehrung ein.

Wurde nur 0,02 oder 0,05 oder 0,1 g usw. Preßhefe auf 2 g Zucker angewandt, dann vermehrte sich die Trockensubstanz auf das Vielfache.

Man wird das wohl kaum anders deuten können als so, daß man eine vorzeitige Vergärung des Zuckers annimmt.

In vielen Fällen wurde eine merkliche Abnahme der Trockensubstanz wahrgenommen.

Dabei waren aber alle nötigen Nährstoffe (Harnstoff als N-Quelle, Zucker als C-Quelle, Phosphate, Kali, Kalium, Magnesium) anwesend.

Die Abnahme ist auf Verbrauch von ursprünglich vorhanden gewesenen Reservestoffen wie Glykogen zu deuten.

Ob wirklich Zucker assimiliert wurde, kann nicht gesagt werden.

Ist dies der Fall gewesen, so ist jedenfalls der Verbrauch größer gewesen als die Neubildung.

Gärung und Assimilation wirken antagonistisch."

Nur der von der Gärung verschonte Zucker kann zur Ernährung gebraucht werden.

Der aufgenommene Zucker kann zur Synthese notwendiger Zellbestandteile, des Plasmas usw. verwendet, d. h. tatsächlich assimiliert werden, und dieser Teil steht wohl zum Gesamtzuwachs der Hefe in konstanter Beziehung. Zweitens wird zeitweise der Zucker bzw. das übrige Kohlenstoffmaterial als Reservestoff in Form von Glykogen aufgespeichert.

Es braucht diese Aufnahme nicht mit der Zellvermehrung parallel zu gehen.

Doch fand bei den beschriebenen Versuchen fast immer eine Zellvermehrung statt.

Ich konnte in der Regel eine lebhafte Hefesprossung unter dem Mikroskop konstatieren.

Die Behauptung Pasteurs, daß ca. 1 Proz. des dargebotenen Zuckers, wenn Hefe in Gär- und Nährlösungen gebracht wird, zum Ansatz als Trockensubstanz gebracht wird, ist auch nicht durchaus als richtig anzuerkennen nach der negativen Seite hin.

Denn man kann den Versuch leicht so einrichten, daß trotz bester Nährstoffe die Hefetrockensubstanz nicht vermehrt, sondern verringert wird, wobei also scheinbar gar keine Assimilation stattfindet.

Es wird dann der Zucker zu rasch vergoren, als daß er zur Trockensubstanzvermehrung dienen könnte (bei 2 g Preßhefe auf 2 g Zucker).

Weiterhin ersah ich aus den beschriebenen letzten Versuchen, daß ein sehr ausschlaggebender Faktor die Sauerstoffzufuhr sei, wenn man Hefetrockensubstanzvermehrung in Harnlösungen, die nur Zucker als C-Quelle enthalten, bekommen will in einem für die Praxis brauchbaren Maße und unter Einsparung von Zucker.

Die gewöhnlichen Hefevermehrungsversuche, bei denen infolge der Kohlensäureentwicklung bei der Gärung und durch den Mangel einer besonderen Sauerstoffzufuhr, alle Ernährungsvorgänge unter völligem Ausschluß von Sauerstoff sich abspielen, erfordern zuviel Zucker. Auf 100 Teile Zucker erhält man 2 bis einige Teile Trockensubstanz, kaum jemals mehr als 5 Teile.

Offenbar ist die intramolekulare Atmung (Gärung) für die Trockensubstanzbildung bei weitem keine so günstige Energiequelle, wie die Sauerstoffatmung. Ich erhielt bei den wenigen Versuchen, welche ich bis jetzt in recht primitiver Weise, einfach unter Ausbreitung der Hefe mit der Nähr- und Gärlösung in flacher Schicht, eine Trockensubstanzausbeute von über 10 Proz. des Zuckers.

Auch zweifle ich nicht daran, daß auf diesem Wege noch mehr gewonnen werden kann. Denn es ist geradezu erstaunlich, wie enorm das Wachstum der Hefe durch den Luftzutritt gefördert wird. Alle anderen Mittel scheinen dagegen zurückzutreten.

Schon Pasteur hat nachgewiesen, daß die Hefevegetation an der Oberfläche eine Gär- und Nährlösung sehr lebhaft ist, wenn sie mit einer großen Luftmenge in Berührung steht.

Hingegen fällt dann die Gärung im Verhältnis zur Hefevermehrung schwach aus.

Brefeld hat dann hervorgehoben, daß der Sauerstoff für alle Organismen notwendig sei und daß gerade die Bierhefe ein Beispiel hierfür abgebe.

Freilich vermag die Bierhefe, bei richtiger Versuchsanstellung, ohne Sauerstoff normal zu sprossen, ebenso wie umgekehrt bei reichlichem Sauerstoffzutritt noch Gärung stattfindet.

Chudiakow wollte einen hemmenden Einfluß des Sauerstoffes auf die Gärung konstatieren (Landw. Jahrb. Bd. 23. S. 391).

Dagegen traten wiederum H. Buchner und Rapp auf, welche zeigten, daß die Durchleitung von Luft durch eine gärende Zucker- und Nährlösung nur gesteigertes Hefewachstum zur Folge hat.

Das ist auch der Eindruck, den ich bei meinen eigenen Versuchen hatte.

Denn der Zucker wurde bei dem einen meiner Luftversuche binnen 3 Tagen völlig verbraucht, wiewohl nur etwa 1 Zehntel des Zuckers in Hefetrockensubstanz umgesetzt wurde.

Der übrige Zucker wurde zum größten Teil vergoren.

Die Hefe ist an die Gärung angepaßt.

Diese Anpassungsfunktion ist so sehr im Organismus des heutigen Bierhefepilzes festgewurzelt, daß es nicht möglich ist, selbst unter absolut aërobischen Existenzbedingungen, unter den scheinbar die Gärtätigkeit ganz überflüssig wird, diesen Pilz bei Zuckeranwesenheit ohne starke Gärtätigkeit zu kultivieren. (E. Buchner, Zymasegärung. S. 388.)

Auch durch länger dauernde Züchtung unter aërobischen Existenzbedingungen kann der Hefe die Gärleistung nicht abgewöhnt werden (E. Buchner).

Wir müssen also mit einem großen Zuckerverbrauch immer rechnen.

Leicht kann der Zuckerverbrauch in praktischen Fällen weit über das gewünschte Maß hinausgehen.

Ein letzter vom Verf. geprüfter Punkt ist dann noch, ob Harn von Pflanzenfressern ebensogut zur Hefeernährung gebraucht werden kann, wie der Harn von Fleischfressern und vom Menschen.

Der Harn ist nicht immer gleich zusammengesetzt.

Insbesondere wechselt der stickstoffhaltige Bestandteil bei Harn verschiedener Abkunft.

Bei Pflanzenfressern ist das Endprodukt des Eiweißstoffwechsels vielfach ein anderes (zumeist Hippursäure) wie bei Fleischfressern und dem Menschen.

Wie stellt sich jedes derselben zur Ernährung der Hefe?

Es handelt sich um die 2 Amidoverbindungen Hippursäure[1]) und Harnstoff.

$C_5H_5 \cdot CO \cdot NH \cdot CH_2 \cdot CO_2H$

Hippursäure[1])

$$CO<\begin{matrix}NH_2\\NH_2\end{matrix}$$

Harnstoff

Beide enthalten den Stickstoff als Amidogruppe. In der Hippursäure ist ein Wasserstoffatom der Amidogruppe durch den Benzoylrest ersetzt (Benzoylglykokoll). Kocht man die Hippursäure mit verdünnter Schwefelsäure, so erleidet sie wie alle Säureamide eine Spaltung unter Wasseraufnahme, nämlich in Glykokoll und Benzoësäure. Eine ähnliche Spaltung vermag vielleicht auch das lebende Protoplasma zu bewirken. In diesem Sinne wurden die folgenden Versuche angestellt. Eine Spaltung der Hippursäure in ihre Komponenten ist nach dem, was man sonst von der Hefe und anderen lebenden Zellen weiß, durchaus nicht unwahrscheinlich.

Es würde also dann Glykokoll und Benzoësäure entstehen.

Die frei gewordene Benzoësäure kann wahrscheinlich nicht zur Ernährung der Hefe dienen, vermutlich wirkt sie sogar schädlich auf diese ein. Hingegen ist das Glykokoll als N-Quelle für die Hefe verwendbar. Deshalb muß hier weiter gespalten werden (in Ammoniak und Glykolsäure) unter Wasseraufnahme.

$$\begin{aligned}C_6H_5 \cdot CO \cdot NH \cdot CH_2 \cdot CO_2H + H_2O &= C_6H_5 \cdot COOH + NH_2 \cdot CH_2 \cdot CO_2H\\ NH_2 \cdot CH_2 \cdot CO_2H + H_2O &= NH_3 + CH_2OH \quad CO_2H\end{aligned}$$

Was mit der Glykolsäure geschieht, ob dieselbe als C-Quelle Verwendung finden kann, ist noch nicht sicher festgestellt. Doch ist es, nachdem sogar die Essigsäure zur Pilzernährung dienen kann, nicht unwahrscheinlich, daß sie eine Verwendung zur Kohlenstoffernährung findet.

---

[1]) Im Harn der Pflanzenfresser in größerer Menge (neben Harnstoff) enthalten. Die Hippursäure ist eine zweifelhafte N-Nahrung für Hefe.

Es handelt sich bei der Hippursäure um zwei Dinge, ob sie eine C-Quelle und ob sie eine N-Quelle sei.

Zunächst stellte ich durch folgende Versuche fest, ob Hippursäure (wie Harnstoff) eine Stickstoffquelle für Hefe sei.

Hippursäure	0,50 g	als einzige N-Quelle
Monokaliphosphat	0,05 ,,	
Magnesiumsulfat	0,02 ,,	
Rohrzucker	2,50 ,,	
Brunnenwasser	50,00 ,,	
Hefe	Spur	

Nach 3 Tagen Aufenthalt im warmen Zimmer zeigte die Flüssigkeit keine Trübung. Auch nach 5 Tagen war keine solche zu bemerken. Da die Lösung beträchtlich sauer reagierte, machte ich den Versuch nun mit der möglichst genau neutralisierten Lösung; zur Neutralisation wurde Kalilauge verwendet. In dieser neutralisierten Lösung trat nach 3 Tagen Trübung ein. Nach 5 Tagen war die Trübung stärker, etwas Bodensatz war vorhanden. Unter dem Mikroskop waren zahlreiche Hefensproßverbände zu erkennen, daneben viele feine Pilzfäden, deren Art nicht bestimmt wurde.

Die Hefe war freilich der großen Mehrzahl nach nicht Bierhefe, sondern eine kleinere (wilde) Hefenart. Auch hörte die Hefenvermehrung bald auf.

Versuch über Harnstoff als N-Quelle:

Harnstoff	0,50 g	als einzige N-Quelle
Monokaliphosphat	0,05 ,,	
Magnesiumsulfat	0,02 ,,	
Rohrzucker	50,00 ,,	
Hefe	Spur.	

Schon nach zweitägigem Aufenthalt im warmen Zimmer war Trübung eingetreten. Die mikroskopische Untersuchung lehrte, daß zahlreiche frische Sproßverbände aller Grade vorhanden waren. Die Flüssigkeit zeigte bereits einen Anfang von alkoholischer Gärung, so stark hatte sich die Spur Hefe, die anfangs zugesetzt worden war, vermehrt. Nach weiteren 2 Tagen war die Gärung noch stärker, die Hefenvermehrung noch reichlicher eingetreten, und weiterhin hielt das Wachstum an. Somit kann der Harnstoff als N-Quelle dienen, und zwar in derselben nicht neutralisierten Lösung, in welcher die Hippursäure versagt. Das Neutralisieren war übrigens hier gar nicht nötig, da die Lösung nur eine kaum merkliche saure Reaktion besaß (von dem Monokaliphosphat herrührend). Dieser Versuch stimmt sehr gut zu den früher vom Verf. über Ernährung der Hefe und Harn angestellten Ernährungsversuchen.

Der Harn des Menschen hat folgende Zusammensetzung:

Harnstoff	2,80 g	
Harnsäure	0,04 ,,	0,1 Schwefelsäure + 0,2 Phosphorsäure + 1,1 Kochsalz usw.
Mineralstoff	1,70 ,,	
Kreatinin	0,10 ,,	
Urobilin	Spur	
Zucker	Spur	
Wasser	95,00 g	

Der Harn von pflanzenfressenden Säugetieren enthält als Stickstoffausscheidung neben Harnstoff auch Hippursäure (die beim Menschen nur in kleinen Mengen auftritt) in erheblicher Menge, manchmal mehr als Harnstoff. Beim Pferde schwankt die Menge zwischen 1 und 2,5 Proz., bei der Kuh und Ziege ist sie oft noch größer. Beim Menschen kommen nur geringere Mengen Hippursäure im Harn vor, nämlich bis zu 0,1 Proz. Da zu den Pflanzenfressern unsere landwirtschaftlichen Zuchttiere gehören, so entsteht die Hippursäure in jedem Stall und fällt mit dem Harn der Tiere an. Ihr physiologisches Verhalten ist also auch von ökonomischer Bedeutung.

Versuche darüber, ob Hippursäure und Harnstoff eine C-Quelle für die Hefe seien:

Hippursäure	0,50 g
Monokaliphosphat	0,05 „
Magnesiumsulfat	0,02 „
Brunnenwasser	50,00 „
Hefe	Spur

Nach 3 Tagen war noch keine Hefentrübung eingetreten. Auch nach 4 Tagen nicht, am 5. ebenfalls noch nicht. Da der negative Ausfall möglicherweise mit der erheblich sauren Reaktion zusammenhängen konnte, so stellte ich mir eine neue Lösung derselben Art her und neutralisierte sie möglichst genau mit Kalilauge. Als diese Lösung 4 Tage im warmen Zimmer gestanden hatte, zeigte sich kein Pilzwachstum. Es war insbesondere keine Hefe in derselben gewachsen. Als ich noch weitere 6 Tage zuwartete, zeigte sich schließlich an der Oberfläche ein Schimmelräschen. Sollte am Ende doch der Schimmelpilz die Hippursäure als (wenigstens schlechte) Kohlenstoffquelle verwenden können? Es ist aber auch nicht ausgeschlossen, daß eine Verunreinigung der Hippursäure mit einer wirklichen Kohlenstoffquelle daran schuld war.

Harnstoff	0,50 g
Monokaliphosphat	0,05 „
Magnesiumsulfat	0,02 „
Brunnenwasser	50,00 „
Hefe	Spur.

Nach 3 Tagen war noch keine Hefentrübung eingetreten. Auch nach 4 Tagen nicht; ebenso nach 5 Tagen. Da hier kein Zucker und auch keine andere C-Quelle beigegeben war, muß der Versuch so ausgelegt werden, daß der Harnstoff bei den in der vorstehenden Nährlösung gebotenen Bedingung nicht als C-Quelle dienen kann. Sogar nach weiteren 6 Tagen war noch keine Spur von Pilzbildung zu erkennen, während bei Hippursäure von Schimmel etwas da war.

Auch Naegeli und Loew haben ja den Harnstoff schon als zur Kohlenstoffernährung der Pilze nicht oder wenig geeignet erkannt. Bei beiden (Hippursäure und Harnstoff) ist das Resultat ziemlich leicht zu begreifen. Die Verwendung von Harnstoff zur N-Ernährung der Hefe erklärt sich aus dem Umstand, daß der Harnstoff leicht in kohlensaures Ammoniak (unter Wasseraufnahme) übergehen kann. Das letztere ist eine N-Nahrung für Hefe; dabei wird das Ammoniak zur Eiweißbildung gebraucht, die Kohlensäure wird als unbrauchbar ausgeschieden. Aus dem Auftreten des Harnstoffkohlenstoffes als Kohlensäure erklärt sich recht einfach, warum der Harnstoff nicht als C-Quelle dienen kann. Bei der Hippursäure ist zu

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

bedenken, daß dieselbe leicht in Benzoësäure und Glykokoll gespalten wird. Letzteres aber ist eine N-Nahrung für Hefe, indem es in Ammoniak und Glykolsäure zerfällt; ersteres dient zur Eiweißbildung. Hinsichtlich der Verwendung der Hippursäure kommen die Spaltungsprodukte Benzoësäure und Glykolsäure in Betracht. Erstere dürfte wohl kaum zur C-Ernährung dienen. Denn fürs erste ist der Benzolkern schwer angreifbar; fürs zweite wirkt die Benzoësäure schädlich. Letzteres dürfte wohl auch der Grund sein, warum die N-Ernährung mit Hippursäure viel schlechter gelingt als mit Harnstoff. Die freiwerdende Benzoësäure gebietet dem Hefenwachstum bald Stillstand. Daß Schimmel in bescheidenem Maße nach längerer Zeit in der zuckerfreien Hippursäurelösung wuchs, beruht wohl darauf, daß Schimmelpilze weniger empfindlich gegen Benzoësäure sind und daß sie die Glykolsäure zur C-Ernährung zu gebrauchen vermochten.

Wenn der Harn als günstiges Substrat zur Hefeaufzucht geschildert wird, so bezieht sich das auf die Brauchbarkeit des Harnstoffes als N-Nahrung (sowie auf den Gehalt an Phosphaten usw.).

Wir sehen, daß gar viele organische Stickstoffverbindungen zur Ernährung der Hefe dienen können. Das ist aber praktisch so zu nehmen, daß nur wenige derselben für die Aufzucht der Hefe in Betracht kommen. Zu diesen praktisch wichtigen N-Verbindungen gehören auch der Harnstoff und die Hippursäure. Beide können, wie oben dargelegt wurde, nur als Stickstoffquelle dienen, nicht als C-Quelle. Die Hippursäure ist aber als N-Quelle weit weniger geeignet als der Harnstoff, vermutlich weil sich die giftige Benzoësäure daraus bildet. Harn von Pflanzenfressern ist weniger zur Hefenernährung geeignet, als der von Fleischfressern oder der vom Menschen.

Harn für sich allein könnte also schon deshalb nicht zur Ernährung von Hefe dienen, weil eine brauchbare C-Quelle darin nicht vorhanden ist.

Es muß Zucker zugesetzt werden, und zwar am besten gärfähiger Zucker.

Der Zusatz von gärfähigem Zucker bringt immer den einen großen Vorteil, daß durch die Gärung eine für die Hefe günstige Position geschaffen wird, wodurch sie zunächst das Übergewicht über andere Pilze, namentlich Bakterien gewinnt.

Ferner hält die Gärung die Hefe beständig schwebend und wandernd, so daß hierdurch der Ernährungsvorgang weit leichter geschehen kann als wenn die Hefe sich am Boden festgesetzt hat.

Von großer Bedeutung für die Hefeaufzucht scheint ferner die Luftzufuhr zu sein. Ohne sie leidet die Hefe.

So sehr man auch geneigt war, die Gärung als vollen Ersatz für den Atmungsvorgang zu nehmen, lehren doch die Erfahrungen bei der Hefeaufzucht, daß die Sauerstoffatmung nicht vollwertig durch die intramolekulare Atmung ersetzt wird.

Denn der Trockensubstanzansatz geht offenbar viel langsamer vor sich, wie der Sauerstoff ausgeschlossen wird.

Vermutlich leiden auch andere Vorgänge unter dem Sauerstoffmangel.

Das Verhältnis zwischen verbrauchtem Zucker und Trockensubstanzgewinn läßt sich nur dann wirklich günstig gestalten, wenn man Luftzutritt zur Hefe bewirkt. Autoreferat.

Neuberg, Carl, Färber, Eduard, Levite, Adam, u. Schwenk, Erwin, Über die Hexosediphosphorsäure, ihre Zusammensetzung und die Frage ihrer Rolle bei der alkoholi-

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

schen Gärung sowie über das Verhalten der Dreikohlenstoffzucker zu Hefen. (Biochem. Zeitschr. Bd. 83. 1917. S. 299.)

Der gereinigten Hexosediphosphorsäure kommt die Formel $C_6H_{10}O_4(PO_4H_2)_2$ zu. Sie ist rechtsdrehend. Durch Hydrolyse entsteht aus ihr Fruchtzucker.

Weder freie Hexosediphosphorsäure noch ihre Salze werden von lebender Hefe vergoren. Eine Giftwirkung auf die Hefe kommt dabei nicht in Frage.

Während die Esterbildung zwischen Phosphorsäure und Hexosen durch Trockenhefen oder Hefesäfte fast quantitativ herbeigeführt wird, konnte durch frische Hefen, auch in Gegenwart von Toluol, nur eine Bindung zu höchstens 8 Proz. erreicht werden. Man könnte daran denken, daß die Bindung ein pathologisches Geschehnis ist. Aber selbst im Falle der physiologischen Natur der Reaktion würde sie nichts für die Frage der alkoholischen Zuckerspaltung, d. h. für das Zerreißen der sechsgliedrigen Kohlenstoffkette sowie für den Übergang in Zwischenstufen und deren Zerfall in Alkohol und Kohlensäure, besagen.

Diese Erwägungen würden auch gegenüber einer wahren alkoholischen Gärung der Triosen gelten. Mit lebenden Hefen jedoch, die den natürlichen Gärakt vollziehen, vergären aber weder Glyzerinaldehyd noch Dioxyaceton unter Bedingungen, unter denen Dextrose und Fruktose vollständig umgesetzt werden. Es erscheint daher sehr zweifelhaft, ob die Triosen als zwangsläufige Zwischenglieder der alkoholischen Gärung anzusehen sind. Vielleicht vergären sie unter bestimmten Verhältnissen nur deswegen mehr oder weniger deutlich, weil auch sie unter Umständen in das gärfähige Zwischenprodukt übergeführt werden.

Somit ist die Ansicht Lebedews, daß der Zuckerzerfall über die Triosen führe, unerwiesen. Auch birgt seine Annahme, daß Glyzerinaldehyd unmittelbar, Dioxyaceton nach Bindung an Phosphorsäure und Kondensation zum typischen Hexosediphosphat vergoren werde, den Widerspruch in sich, daß das optisch inaktive Dioxyaceton in die optisch aktive d-Fruktose mit ihren drei asymmetrischen Kohlenstoffatomen übergehen soll. Außerdem konnten die Angaben über Esterbildung allein mit Dioxyaceton nicht bestätigt werden. Die genaue Untersuchung von Hexosediphosphatpräparaten verschiedener Darstellungsarten ergab keinen Anhaltspunkt dafür, daß in dem Hexosediphosphorsäureester eine Triosemonophosphorsäure steckt. Auch diese Hoffnung, einen Beweis für die Entstehung von Dreikohlenstoffzucker durch einen biochemischen Vorgang erbringen zu können, hat sich als trügerisch erwiesen. Kurt Meyer (Berlin).

Somogyi, R., Über den Einfluß von Katalysatoren (Alkaloiden und Farbstoffen usw.) auf die Hefegärung. (Intern. Zeitschr. f. physik.-chem. Biol. Bd. 2. 1916. S. 118—196.)

Versuchsanordnung: Im bekannten Lohnsteinschen Apparate zur Zuckeruntersuchung im Urin wurden je 0,5 ccm der zu untersuchenden Lösung mit 0,5 ccm einer 10proz. Lösung von Traubenzucker sowie mit 0,5 ccm einer 10proz. Emulsion aus gewöhnlicher Preßhefe gemischt und in bestimmten Zeitintervallen die Steighöhe des Hg in Graden der empirischen Zuckerskala, des vergorenen Zuckers, bestimmt. Temperatur 21—24° C. Die Hefe wurde jeden Tag erneuert. An Hand von Kurven wurden die Ergebnisse erläutert: Kleine Mengen von Chinin vergrößern das Hefewachstum, größere hemmen es. Das gleiche gilt für Atropin. Gerade umgekehrt wirken Cocaïn und Pilokarpin. Die sauren Farbstoffe (Fluorescein, Eosin, Methylorange usw.) wirken recht wenig auf die Gärung; stark giftig ist das saure Brillantwalkblau, beschleunigend auf die Gärung wirkt Wasserblau. In stärkerer Konzentration wirken von den basischen Farbstoffen giftig: Nachtblau, Malachitgrün, Methylenblau. Letzteres wirkt in starker Verdünnung fördernd auf die Gärung. Die stark oberflächenaktive Isovaleriansäure ist nach Traube und Marasawa für Gerste ein recht starkes Gift, aber auch für Hefe (hier stärker abtötend als Salzsäure). Geklärtes läßt sich noch nicht sagen über die Wirkungen der Basen (Kalilauge) und die Salze (KF).

Matouschek (Wien).

Thannhauser, S. J., und **Dorfmüller, G.,** Experimentelle Studien über den Nucleïnstoffwechsel. IV. Mitt. Über den Aufbau des Hefenucleïnsäuremoleküls und seine gleichartige Aufspaltung durch milde ammoniakalische und fermentative Hydrolyse. (Zeitschr. f. physiolog. Chem. Bd. 100. S. 121—147.)

Durch Spaltung der Hefenucleïnsäure mit 25proz. Ammoniak gelang es, als Spaltprodukte aktive und inaktive Triphosphornucleïnsäure und Uridinphosphorsäure als Brucinsalze nachzuweisen; erstere lieferten als weitere Spaltprodukte Guanosin, Adenosin, Cytidin, letztere nur Uridin. Die gleiche Spaltung in Triphosphornucleïn- und Uridinphosphorsäure konnte durch Dünndarmsaft erzielt werden. Für das wirkende Ferment schlagen Verff. den Namen „Nucleotidacidase“ vor. Rippel (Breslau).

Kurono, K., Über die Bedeutung des Oryzamins für die Ernährung der Gärungsorganismen. I. (Journ. Colleg. Agric. imp. Univ. Tokyo. Vol. V. 1915. S. 305—324.)

Eine absolut oryzaminfreie Nährflüssigkeit verschaffte sich Verf. mit Hilfe der Hayduckschen oder Nägelischen Lösung. In letzterer findet ohne Zusatz von Oryzamin keine Vermehrung der Hefe statt. Bierhefen, die vorher in der Würze kultiviert waren, wachsen sehr leicht in der Würze, während sie sich in Kojiextrakt nur langsam vermehren. Hinter dem Oryzamin stehen die als wachstumsreizende Mittel bekannten Stoffe, wie Asparagin, Pepton, anorganische Salze, weit zurück. Auch die Alkoholbildung wird durch Oryzamin erhöht. Andererseits vergärt Rohr- oder Rübenzuckermelasse durch Beigabe von Oryzamin viel kräftiger, aber man muß Pepton oder Ammonsalze als N-Quelle gleichzeitig zugeben. Man gab bisher der Gärflüssigkeit in der Preßhefe- oder Brennereifabrik gern Malzkeime oder Kleieabfälle zu, um die Gärung zu beschleunigen oder die Alkoholproduktion zu erhöhen. Diese Stoffe sollen mechanisch wirken, die Durchlüftung der Gärflüssigkeit begünstigen. Da man aber aus diesen „indifferenten Stoffen“ durch heißen Alkohol die oryzaminhaltigen Stoffe ganz entfalten kann, wobei die beschleunigende Wirkung verloren geht, so ist anzunehmen, daß die Wirkung der oryzaminhaltigen Stoffe nicht mechanisch, sondern der spezifischen Wirkung des Oryzamins zuzuschreiben ist. Das Oryzamin wirkt auch auf Bakterienarten wachstumreizend. Matouschek (Wien).

Bach, A., Kommt Peroxydase in Hefen vor? (Fermentforsch. Bd. 1. S. 197—205.)

Verf. überprüfte eine von Harden und Zilva mitgeteilte Methode zum Nachweis von Peroxydase in Hefen (Violettfärbung durch Hefe in einem

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

Gemisch von p-Phenylendiamin und Hydroperoxyd): Weder mit Guajakol noch mit Pyrogallol, noch mit Hydrochinon konnte ein Nachweis erzielt werden; auch zeigte gekochte Hefe ähnliche Erscheinungen. Die Violettfärbung tritt nur bei Gegenwart von Säure auf: sie steigt hier bis zu einem Maximum, in dem 1 Mol p-Ph. 0,5 Mol Säure entspricht; bei stärkerer Säurekonzentration bleibt die Färbung aus. Sie wird ferner auch von fein verteilter Seide hervorgerufen. Auch bei Hefeextrakten (Hefanol, Zymín), untergärigen und im Luftstrom gezüchteten obergärigen Hefen konnte keine Peroxydase nachgewiesen werden. Jedenfalls zeigte sich, daß die erwähnte Methode nicht brauchbar ist. Rippel (Breslau).

Fernbach et **Schoen,** Nouvelles observations sur la production de l'acide pyruvique par la levure. (Compt. Rend. Acad. Scienc. de Paris. T. CLVIII. 1914. p. 1719—1722.)

Verff. wiesen bei einigen Hefearten die genannte Säure nach. Sie verschwindet aber, nachdem sie gewisse zur Fermentation gehörige Produkte erzeugt. In reinem Zustande konnte die Säure nicht gewonnen werden.
Matouschek (Wien).

Ehrlich, Felix, Über den Nachweis von Tyrosol und Tryptophol in verschiedenen Gärprodukten. (Biochem. Zeitschr. Bd. 74. 1917. S. 232.)

Bei allen natürlichen und feindlichen Gärvorgängen durch lebende Hefen sind die Bedingungen der alkoholischen Gärung der Aminosäuren gegeben, da in allen natürlichen Gärsubstraten, aus dem Eiweiß der Rohmaterialien herstammend, Aminosäuren in reichlicher Menge vorhanden sind und außerdem solche infolge autolytischer Prozesse während der Gärung aus dem Eiweiß der Hefezellen mobilisiert werden. Da Tyrosin und Tryptophan Bestandteile der meisten pflanzlichen Eiweißarten sind, so war zu erwarten, daß die von ihnen sich ableitenden Alkohole Tyrosol und Tryptophol bei jeder Art Hefegärung gebildet werden.

In der Tat gelang ihr Nachweis als regelmäßiger Bestandteil von Wein, Bier und Brennereischlempe. Zum größten Teil waren sie darin nicht frei, sondern als ölige Ester verschiedener Säuren enthalten. Man wird demnach künftig unter den regelmäßigen Produkten der alkoholischen Gärung neben Glyzerin, Bernsteinsäure und Fuselöl auch Tyrosol und Tryptophol zu nennen haben. Kurt Meyer (Berlin).

Hägglund, Erik, Über die gärungshemmende Wirkung der Wasserstoffionen. (Biochem. Zeitschr. Bd. 69. S. 181—191.)

In Fortsetzung früherer Arbeiten prüft Verf. die Frage, ob die mehr oder weniger große Hemmung, die von verschiedenen Konzentrationen von Milchsäure hervorgerufen wird, in direkte Beziehung mit der Wasserstoffionenkonzentration der Gärflüssigkeit gesetzt werden konnte. Als Maß diente die Herabsetzung der relativen Gärungsgeschwindigkeit nach 2 Stunden.

Als Resultat mehrerer umfangreicher Versuchsreihen mit der Heferasse R. XII wurde festgestellt, daß die Gärungshemmung bei Zusatz von Milchsäure nur auf den Gehalt der gärenden Flüssigkeit an Wasserstoffionen zurückzuführen ist, und zwar ist die Größe der Hemmung der Konzentration der Wasserstoffionen direkt proportional. Oberhalb 35° C konnte eine erhebliche Zunahme der Hemmung bemerkt werden.
Bischkopff (Berlin).

Abderhalden, E., Die Verwendung der Gewichtszu- und -abnahme bei automatisch registrierender Wage zu Studien über Fermentwirkungen, bei denen Gewichtsveränderungen durch Aufnahme oder Abgabe von Gasen eintreten. 1. Mitt. (Fermentforsch. Bd. 1. S. 155—164.)

—, Versuche über das Verhalten von Hefe gegenüber verschiedenen Zuckerarten in verschiedener Konzentration und über die Beeinflussung der Gärung durch Zusatz von Aminosäuren. 2. Mitt. (Fermentforsch. Bd. 1. S. 229—232.)

Die 1. Mitteilung bringt eine genaue Beschreibung der Wage, die hier natürlich nicht im einzelnen wiedergegeben werden kann. In der 2. Mitteilung wird ihre Anwendung demonstriert; die Ergebnisse sind in Tabellen eingezeichnet.

Verschiedene Rohrzuckerkonzentration zeigte bei lebender Hefe keinen Einfluß auf die alkoholische Gärung. Den größten Gewichtsverlust zeigte eine Nährlösung, die als N-Quelle 1 g d-Alanin neben 10 g Rohrzucker, 250 g Wasser, 1 g Hefe enthielt. Bei Traubenzucker zeigte stärkere Konzentration stärkere Gärung. Lävulose gärte stärker als Traubenzucker. Bei Verwendung von Trockenhefe dauert es erst längere Zeit, bis die Gärung einsetzt; sie steigt dann plötzlich rapid in die Höhe. Vielleicht spielen hier physikalische Prozesse (Quellungserscheinungen) mit. Genauere Mitteilungen auf Grund dieser Untersuchungsmethode sollen später mitgeteilt werden.

Rippel (Breslau).

Bokorny, Th., Neues über Gärung. Neue Dauerhefen. (Fermentforsch. Bd. 1. S. 505—532.)

Schwefelsäure wirkt in einer Nährlösung, die Zucker, Asparagin, Mineralsalze enthält, selbst in einer Konzentration von 2 Proz. wenig auf die Tätigkeit der Zymase ein; in reiner Form geboten, wirkt sie jedoch schon in einer Konzentration von 0,5 Proz. schädlich; es tritt später nur mehr sehr träge Gärung ein; bei 1proz. Konzentration ist sie abgestorben. In einer 10proz. Zucker enthaltenden Nährlösung kann man die H_2SO_4-Konzentration bis zu 5 Proz. steigen lassen; ehe die Gärkraft schwindet: die Hefe ist dann zwar abgestorben, die Zymase aber noch wirksam. Ähnlich wirken andere Gifte, wie Verf. schon früher gezeigt hat. Auf diese Weise ist es möglich, Dauerhefen herzustellen und auf einfachere Weise als durch das Buchnersche Verfahren die Zymase zu gewinnen. Über Versuche in dieser Hinsicht wird näheres mitgeteilt. Technisch bedeutsam dürfte vielleicht, als die billigste, die Schwefelsäure-Dauerhefe werden.

Hingewiesen sei noch darauf, daß Verf. auf die Frage zu sprechen kommt, wie es möglich sei, daß Dextrose oft träger gärt als Saccharose: er vermutet, daß bei der stattfindenden Inversion des Rohrzuckers eine temporäre Lockerung der Moleküle der entstehenden Dextrose stattfindet, die diese spaltungsfähiger machen würde. Rippel (Breslau).

Harden, Arthur, and Norris, Roland V., The enzymes of washed Zymin and dried yeast. II. Reductase. (Biochem. Journ. Vol. VIII. 1914. p. 100.)

Die Selenitreduktion durch die lebende Hefezelle wird durch die Gegenwart von vergärbarem Zucker gefördert. Die Reduktion des Selenit durch

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

Zymin wird aber nur durch große Mengen Zucker, und zwar im Sinne einer Hemmung beeinflußt. Die Vergärung von Glukose durch Zymin oder getrocknete Hefe wird durch Natriumselenit in Konzentrationen von 0,5 Proz. fast vollständig gehemmt. Getrocknete Hefe und Zymin verlieren durch Waschen mit kaltem Wasser das Vermögen, Methylenblau oder Natriumselenit zu reduzieren. In Gegenwart von Aldehyden oder Bouillon können die gewaschenen Hefepräparate wohl noch Methylenblau reduzieren, aber sie sind unfähig zur alkoholischen Gärung. Das Wasser, mit dem die Hefepräparate gewaschen wurden, kann auch noch nach dem Waschen letzteren das Vermögen zur Reduktion von Methylenblau und Natriumselenit zurückgeben. Robert Lewin (Berlin).

Harden, Arthur, und Zilva, S. S., The enzymes of washed zymin and dried yeast. III. Peroxydase, Catalase, Invertase und Maltase. (Biochem. Journal. Vol. VIII. 1914. p. 217—226.)

Frische Hefe enthält eine Peroxydase. Trockenhefe gibt erst nach Waschen eine Peroxydase-Reaktion. Aber durch Zusatz des Waschwassers kann man die Peroxydase wieder inaktivieren. Die Katalase der Trockenhefe wird durch Waschen nicht verändert. Die Invertase von Zymin und Münchener Trockenhefe wird durch Waschen bei Zimmertemperatur fast völlig inaktiviert, die Maltase bleibt jedoch unbeeinflußt.

Robert Lewin (Berlin).

Euler, H., Svanberg, O., Hallberg, G., u. Brandting, K., Zur Kenntnis der Zymophosphatbildung bei der alkoholischen Gärung. (Zeitschr. f. physiolog. Chem. Bd. 100. S. 203—208.)

Untergärige Bierhefe wurde in Glukosenährlösung gezüchtet, der Na_2HPO_4 zugesetzt war und die von Zeit zu Zeit auf P_2O_5 untersucht wurde. Bei 18° C trat nach mehreren Stunden eine allmähliche Abnahme der P_2O_5 auf, bei 33° C dagegen nach etwa 1½ Stunden eine ganz plötzliche Abnahme derselben, entsprechend der dann eintretenden Phosphorsäurebindung durch das vorher entstandene Umwandlungsprodukt der Glukose (Zymophosphat, Kohlehydratphosphorsäureester). Verff. denken sich außerdem noch in der ersten Periode die Entstehung eines die plötzliche Phosphatbildung beschleunigenden Katalysators (Phosphatese). Rippel (Breslau).

Heinze, B., Einiges über die Massengewinnung von Hefe als sog. Mineralhefe und ihre volkswirtschaftliche Bedeutung als Nahrungs- und Futtermittel. (Jahresber. d. Vereinig. f. angew. Botan. Bd. 15. 1917. S. 44—53.)

Sammelreferat nach den Ergebnissen der in der Forschungs- und Lehranstalt für Gärungsgewerbe in Berlin durchgeführten Untersuchungen über die Massengewinnung von Hefe in einer Nährlösung, die Zucker als C-Quelle und Ammoniumsulfat als N-Quelle enthält, deren wirtschaftliche Rentabilität bereits gesichert sein sollte. Rippel (Breslau).

Watermann, H. J., Die Stickstoffnahrung der Preßhefe. (Fol. Microbiol. Vol. II. 1915. S. 173—179.)

Der Amidostickstoff gibt im allgemeinen eine Entwicklung der Hefe, unabhängig von der Gegenwart von einer oder mehreren Säureamidgruppen. Wenn sich nur ein Stickstoffatom im Molekül vorfindet, und dieses Atom zu gleicher Zeit zu einer Amido- und zu einer Carboxamidgruppe gehört, so kann bisweilen Entwicklung stattfinden. Die in gewöhnlichem Leitungswasser vorhandenen N-Verbindungen vermögen keine Entwicklung zu veranlassen. Aber Stickstoffverbindungen verschiedenster Art genügen zur Ernährung, wie aliphatische Amine, aromatische Amine, besonders die mit der NH_2-Gruppe in der Seitenkette und schließlich Verbindungen wie NH_4Cl und NH_4NO_3. Von den untersuchten Nitriten und Nitraten (KNO_3, $NaNO_2$) war keine als N-Quelle geeignet. Mit Harnstoff gab es eine Assimilation, was Verf. so erklärt, daß aus dieser Verbindung unter dem Einfluß von Wasser Ammoniak frei wird. Reine Säureamide geben keine Entwicklung, mit Ausnahme des Oxamid und Palmitinamid. Vielleicht beruht aber die Assimilation der beiden letzteren Amide auf einer Verunreinigung derselben. In großen Tabellen stellt Verf. alle untersuchten N-Verbindungen zusammen. Man erkennt im allgemeinen einen Parallelismus zwischen Entwicklung und Glukoseverbrauch. Ferner erkennt man aus den Tabellen das Selektionsvermögen für bestimmte chemische Gruppen.

Robert Lewin (Berlin).

Neuberg, Carl, u. Schwenk, Erwin, Veränderungen im Alkohol- und Aldehydgehalt von Hefen bei der Aufbewahrung und bei der Autolyse. (Biochem. Zeitschr. Bd. 71. 1915. S. 126.)

Während frische Hefen keinen Alkohol enthalten, tritt dieser bei der Aufbewahrung auf. Da diese Aldehydbildung auch in fast ganz gefüllten und luftdicht abgeschlossenen Büchsen beobachtet wird und da auch bei der Autolyse von Hefe in mit Kohlensäure gesättigtem Wasser neben Alkohol auch Aldehyd gebildet wird, so ist es sehr unwahrscheinlich, daß der Aldehyd aus Alkohol infolge Oxydation durch den Sauerstoff der Luft, sei es mit oder ohne Mitwirkung von Oxydasen, gebildet wird.

Kurt Meyer (Berlin).

Vansteenberge, Paul, L'autolyse de la levure et l'influence de ses produits de protéolyse sur le développement de la levure et des microbes lactiques. (Annal. de l'Inst. Past. T. 31. 1917. p. 601—630.)

Als Schlußfolgerungen seiner Arbeit teilt Verf. folgendes mit:

Sofort nach dem Tode der Hefezelle verliert letztere ihren flüssigen Zellinhalt und wird infolgedessen bedeutend kleiner. In dem Falle, wo die tote Hefe ihre enzymatische und speziell ihre proteolytische Wirksamkeit bewahrt hat, geht „eine Verflüssigung der Hefe" vor sich, und zwar schneller oder langsamer, je nach der Größe der Temperatur.

Das Temperaturoptimum für die Endotryptase liegt bei 45—50°, das Maximum bei 53°. Das Optimum der Autolyse liegt bei 48—50°.

Als Zeichen des Fortschrittes und Schlusses der Autolyse kann eine Vergrößerung der Azidität bis zu einem bestimmten Grade und die Kristallisation des Tyrosins im Autolysat betrachtet werden.

Hefewasser, das durch Kochen frischer Hefe mit Wasser erhalten wird, enthält nur ein Drittel der ganzen Stickstoffmenge der Hefe. Eine vorhergehende Autolyse während 23 Stunden bei 48—49° bildet die ganze Stickstoffmenge der Hefe in löslichen Stickstoff um, der nicht in der Wärme koaguliert. Ein Auszug der autolysierten Hefe ist viel nahrhafter für Hefe und Milchsäurebakterien als das durch einfaches Kochen hergestellte Hefewasser. Unabhängig von der Quantität wird die Qualität des Stickstoffes durch die Autolyse in hohem Grade verbessert.

Im autolysierten Hefewasser von einer Konzentration von 20 g Hefe auf 100 ccm Wasser finden sich Produkte, die für die Entwicklung der Hefe ungünstig sind. Durch Verdünnung ändert sich diese schädliche Beeinflussung in eine günstige Einwirkung um.

Unter den auf diese Weise auftretenden Stoffen sind Tyrosin und Leucin als die 2 hervorragendsten autolytischen Produkte anzusehen. Das Leucin wirkt noch günstig bei einem Gehalt von 0,08 Proz., verhindert aber jede Entwicklung bei 0,66 Proz. Das Tyrosin wirkt günstig bei 0,05 Proz., schädlich aber in größerer Menge. Asparagin wird schädlich bei einem Gehalt von mehr als 1 Proz.

Diese, für die Hefe schädlichen Stoffe üben in denselben Mengen keine ungünstige Wirkung auf die Milchsäurebakterien aus.

Der Wert des autolysierten Hefewassers rührt von einer Mischung von proteolytischen Produkten her, unter welchen das Pepton eine überwiegende Rolle spielt; auch Leucin, Asparagin und Tyrosin üben außerdem, unabhängig vom Pepton, eine günstige Wirkung auf die Entwicklung der Hefe und der Milchsäurebakterien aus.

Eine Reihe proteolytischer Produkte, die analog denjenigen der Hefeautolyse sind, gibt dem Malzextrakt seinen Wert.

Klöcker (Kopenhagen).

Söhngen, N. L., Über reduzierende Eigenschaften der Essigbakterien. (Fol. Microbiol. Vol. III. 1914. S. 151—155.)

Außer den oxydativen Vorgängen in Kulturen von Essigbakterien spielen auch Reduktionsvorgänge eine Rolle, denen man bisher wenig Beachtung geschenkt hat. Der für die Essigbakterien charakteristische Prozeß der Alkoholoxydation zu Essigsäure kann zunächst auch im umgekehrten Sinne verlaufen. Ferner werden Schwefel, Sulfite, Thiosulfate in Kulturen von Essigbakterien zu Schwefelwasserstoff reduziert, ebenso auch Selen- und Telluritverbindungen. Die Untersuchungen des Verf. beschäftigen sich vor allem mit der Reduktion organischer Verbindungen. An der Oberfläche der aërob gezogenen Kultur spielen sich die oxydativen Prozesse ab, im anaëroben Teil der Kultur aber finden die Reduktionen statt. Hier wird Glukose zu Kohlensäure und Alkohol zerlegt. Wird den Essigbakterien aus Glukose gebildete Glukonsäure oder Calciumglukonat in Hefeextrakt gelöst unter aëroben Bedingungen als Nahrung geboten, so bilden sie neben Dioxyaceton, Kohlensäure und Wasser wieder Alkohol. Ähnliche Versuche wurden mit Milchsäure, Äpfelsäure, Brenztraubensäure, Essigsäure und deren Calciumsalzen angestellt. Auch aus diesen Substanzen bildeten die Essigbakterien geringe Mengen Alkohol. Stets ergab sich die Reversibilität des Prozesses, bei dem Alkohol aus Milchsäure gebildet wird.

Robert Lewin (Berlin).

Molliard, Rôle catalytique du nitrate de potassium dans la fermentation alcoolique producte par le Sterigmatocystis nigra. (Compt. rend. Acad. Paris. T. 164. 1917. p. 570—572.)

20 Prom. KNO_3, der Hefe zugesetzt, verursacht nach Fernbach und Lanzenberg beschleunigte Gärtätigkeit; die Endmenge des gebildeten Alkohols bleibt unverändert. Verf. fand die gleiche Erscheinung bei Sterigmatocystis nigra, doch wird die Alkoholmenge erhöht. Für diesen Pilz ist die Optimaldosis nur 4 Prom. KNO_3.

Matouschek (Wien).

Chapman, A. Ch., Note on the colouring matter of red Torulae. (The Biochem. Journ. Vol. 10. 1916. p. 548.)

Verf. isolierte 6 verschiedene rote Torula-Formen. Eine dieser wurde in größerem Maßstabe gezüchtet, und zwar auf Würzeagar. Die Vegetation wurde vorsichtig dem Agar entnommen, bei niedriger Temperatur getrocknet und mit feinem Sande zerrieben. Chloroform und Schwefelkohlenstoff zeigten sich als die besten Lösungsmittel; die Lösungen waren tiefrot. Schimon war der Meinung, der rote Farbstoff sei Carroten. Verf. aber kam bei seinen spektroskopischen Untersuchungen zu dem Resultate, daß der Farbstoff eine Mischung von Carroten mit einem anderen Farbstoff, nicht aber Carroten sei. Klöcker (Kopenhagen).

Beijerinck, M. D., De enzymtheorie der erfelijkheid. (Kon. Akad. v. Wetensch. Amsterdam. D. 25. 1917. p. 1231.)

—, The enzyme theorie of heredity. (Proc. Kon. Akad. v. Wetensch. Amsterdam. Vol. 19. 1917. p. 1275.)

Eine eigene Enzymtheorie entwickelt Verf., die wir kurz zum Verständnisse des folgenden vorausschicken müssen: Auf Endoenzyme ist die ontogenetische Entwicklung der höheren Organismen zurückzuführen, die der Reihe nach aktiv werden und die physiologischen und morphologischen Eigenschaften bedingen, die nach und nach während der Entwicklung entstehen. Das ganze lebende Protoplasma besteht aus Enzymen; solche sind daher auch die Erbeinheiten, wie Gene, Faktoren. Beweise für die Richtigkeit seiner Ansicht findet Verf. in folgendem:

1. Die Ursache der Lichtentwicklung bei Photobacter splendichum und Ph. phosphoreum ist ein Enzym, wie die Einwirkung des ultravioletten Lichtes zeigt. Mittels der Quarzlampe setzte man diese Bakterien in den nekrobiotischen Zustand; die Leuchtkraft, nicht aber die Reproduktionsfähigkeit blieb erhalten. Bei Glykose als Nahrung wurde in diesem Zustand die Leuchtkraft stark erhöht, da aus der Glykose Luciferin gebildet wurde, d. h. das Substrat, worauf das vorhandene und noch wirksame Enzym einwirkte. Die Leuchtfunktion der Bakterien ist vom lebenden Protoplasma abhängig: bei Anwendung von Anästhetika hört das Leuchten fast ganz auf, nach Verdunstung dieser Stoffe, wenig abgeschwächt, fängt das Leuchten wieder an. Analog wirkt Erwärmung mit darauffolgender Abkühlung. Das Leuchten verschwindet durch Säuren und Alkalien, kehrt aber zurück nach Neutralisation. Hohe Salzkonzentration verdunkelt, Verdünnung erleichtert das Leuchten. Den Träger der Leuchtfunktion nennt er Photoplasma. Erhöht wird die genannte Funktion bei Anwesenheit von genügenden Mengen von Peptonen durch diverse N-freie und N-lose Verbindungen, die nicht als Reize wirken, aber wie beim Atmungsprozeß zu CO_2, H_2O und NH_3 oxydieren. Peptone zersetzt das Photoplasma unter Bildung von CO_2, H_2O und CO_2-Ammoniak. Die Leuchtfunktion hängt vom Photoplasma so ab, wie der Atmungsprozeß vom Protoplasma. Das Photoplasma bildet einen Teil des gesamten Atmungsprotoplasmas der Leuchtbakterien. Es besteht somit aus diversen Atmungsfaktoren oder Oxydasen.

2. Der Prozeß der Zellwandbildung wird bei diversen Mikroben von ein oder mehreren Enzymen bedingt.

3. Bei der Gallenbildung spielen 2 Gruppen von Stoffen eine Rolle: das Protoplasma der Pflanze, das aus den unveränderten Erbeinheiten

besteht, und eine vom Gallentier (Ei, Larve) herstammende Substanz, die den Charakter eines oder mehrerer Enzymsubstrate hat, worauf die Erbeinheiten der Pflanzen als Enzyme passen. Das Gallentier liefert nur Enzymsubstrate, nicht Enzyme.

4. Immunität: Tatsachen beweisen, daß lebende Zellen bisweilen aus ihrer Umgebung Enzyme aufnehmen können. Dort, wo erworbene Immunität erblich ist, müssen die dabei funktionierenden Stoffe zu den Erbeinheiten, also zu den Enzymen gehören. Bei nicht erblicher Immunität können herumströmende Enzyme (Darwins „Gemmules" seiner Pangenesishypothese strömen im Organismus auch herum) vorkommen, die nicht von den Fortpflanzungszellen aufgenommen werden.

Matouschek (Wien).

Herwerden, M. A. von, Über die Natur und die Bedeutung von Volutin in den Hefezellen. (Verhandl. koninkl. Akad. v. Wetensch. Amsterdam. Bd. 20. 1917. S. 100—120.)

Im allgemeinen werden Arthur Meyers Resultate (Bot. Zeitg. 1904) bestätigt. Neue Reaktionen für das Volutin sind: Bendafärbung und Pyronin mit Methylgrün färben, Neutralrot färbt kaum; Heidenhains Eisenhämatoxylin färbt kaum. Volutin erscheint nicht in Kulturen auf P-freien Nährboden, aber 9 Monate P-frei kultivierte Hefezellen bilden, sobald sie auf P-haltigen Boden gebracht wurden, in wenigen Stunden Volutin; dazu ist eben P, aber nur dieses, nötig, nicht etwa, wie Henneberg (Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 45. S. 56) angibt, Ca-Salze, Ammoniumkarbonate oder Zucker. Katalase- und Zymasewirkung ist auch in volutinfreien Zellen möglich; auch 9 Monate lang volutinfreie Kulturen sind noch zur Gärung fähig. Das Volutin scheint wirklich eine Nucleïnsäureverbindung zu sein, es ist ein Reservestoff, kein Enzym. Seine Anwesenheit soll für das Leben und die Vermehrung der Zellen und für die Gärung nicht notwendig sein. Doch ist zu untersuchen, ob da doch nicht das Volutin gelöst in den Versuchsobjekten vorhanden war. Matouschek (Wien).

Moufang, E., u. Mayer, A., Zur Kenntnis eines aus der Bierhefe hergestellten neuen Körpers „Testilupin". (Allgem. Zeitschr. f. Bierbr. u. Malzfabr. Bd. 45. 1917. S. 19—22.)

Der Körper zeigt folgende Eigenschaften: Sehr starkes Reduktionsvermögen, selbst in unlöslichem Zustande; auf viele Körper stark reduzierend wirkend (z. B. werden Methylenblaulösungen entfärbt); die Gärintensität lebender Frischhefe wird beschleunigt (so wie es „tote Hefe" macht). Das Testilupin ist mit dem Hefepreßsaft nicht identisch, möglicherweise in diesem enthalten. Matouschek (Wien).

Neuberg, Carl, Über eine allgemeine Beziehung der Aldehyde zur alkoholischen Gärung nebst Bemerkung über das Koferment der Hefe. (Biochem. Zeitschr. Bd. 88. 1918. S. 143.)

Aldehyde der verschiedensten Reihen, aromatische und aliphatische, wie die der hydroaromatischen und der komplizierteren Ringsysteme, flüchtige und nichtflüchtige, natürlich vorkommende und künstlich gewonnene, üben eine stark aktivierende Wirkung auf die alkoholische Gärung aus.

Besonders stark äußert sich diese Wirkung bei der Vergärung des Traubenzuckers und häufig noch mehr der Mannose. Weniger ausgesprochen ist sie bei der Vergärung des Fruchtzuckers und Rohrzuckers.

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

Am deutlichsten zu erkennen ist sie bei der Vergärung durch Hefemazerationssaft, doch auch bei der Vergärung durch lebende Hefe merkbar.

Sie ist am stärksten in der ersten Zeit der Gärung, wo die Beschleunigung mehr als den 100fachen Betrag des Normalwertes ausmachen kann. Bei Zimmertemperatur ist sie am deutlichsten, aber auch bei niederen und höheren Wärmegraden nachweisbar.

Im allgemeinen eignen sich Säfte aus beliebigen Unterhefen zur Erkennung der Aldehydwirkung, soweit sie nicht schon an sich so wirksam sind, daß eine Verstärkung nicht mehr möglich ist. In der Regel sind sie 48 Stunden lang brauchbar.

Die stimulierende Wirkung der Aldehyde erstreckt sich nicht nur auf die alkoholische Gärung, sondern auch auf den damit nahe verwandten Prozeß der allgemeinen intramolekularen Pflanzenatmung. Sie ist streng spezifisch für die Aldehyde und geht den Ketonen völlig ab.

Substanzen, die die Aldehydgruppe binden, wie Blausäure, Hydroxylamin und Hydrazinbasen heben die Stimulation auf. Ammoniak und Sulfite haben wahrscheinlich wegen der Dissoziierbarkeit der Additionsverbindungen, diese Wirkung nicht. Kurt Meyer (Berlin).

Bokorny, Th., Zur Kenntnis der physiologischen Fähigkeiten der Algengattung Spirogyra und einiger anderer Algen. Vergleich mit Pilzen. (Hedwigia. Bd. 59. 1918. S. 340—393.)

Vor allem greifen wir dasjenige Neue und Interessante heraus, was die Hefe angeht: Als Nährstoffe können bei Algen und bei Pilzen überhaupt die verschiedensten Stoffe dienen. Große Moleküle dringen nicht ein: Pepton ernährt, Albumose nicht. Auch die geringere oder größere Festigkeit der Moleküle spielt eine Rolle. Von allen geprüften Kohlenhydraten fand Verf. keines zur C-Ernährung der Hefe untauglich, ausgenommen die unlöslichen, wie Zellulose. Ein direkter Zusammenhang zwischen Gärfähigkeit und Ernährungsfähigkeit der Zuckerarten scheint nicht zu bestehen; die Nichtvergärbarkeit eines Kohlehydrates beweist nichts für seine Assimilierbarkeit. Harnstoff kann bei Pilzen nur schwer als C-Quelle (wohl leicht als N-Quelle) verwendet werden; von Algen wieder ohne weiteres gebraucht. Viele organische Säuren sind Nährstoffe für Alge und Pilz, z. B. Asparagin- und Essigsäure. Bis jetzt wurde von folgenden Nicht-Zuckern und Nicht-Eiweißstoffen nachgewiesen, daß sie Anlaß zur Glykogenspeicherung bei Hefe geben können: Milch-, Bernstein-, Apfelsäure, Asparagin, Glutamin, Mannit. In ausführlichen Tabellen wird das Verhalten vieler vom Verf. oder von anderen geprüften Substanzen in bezug auf Algen, Bakterien und Pilze überhaupt dargetan. Vergärbar durch Hefearten sind mehr oder minder: Raffinose, Galaktose; nicht vergärbar sind: Arabinose, Xylose. Von den Kohlenhydraten sind zu nennen:

Rohrzucker: Hefe vermehrt sich in 4 Tagen auf das 4fache, und für die anderen Pilze ist der Stoff eine C-Quelle I. Ranges.

Traubenzucker: Von der Hefe unter Glykogenbildung stark assimilierbar, zugleich gute C-Quelle für Bakterien.

Lävulose: Von der Hefe etwas assimilierbar, für Bakterien eine gute C-Nahrung.

Galaktose: Gute C-Quelle für Hefe und Bakterien, für Ustilago-Arten untauglich.

Milchzucker: ernährt viele Pilzgruppen.

Rhamnose: von Hefe leicht assimilierbar, für Bakterien geringe C-Quelle.

Sorbin und Arabinose: für Hefe nur wenig dienlich, Bakterien gedeihen gut.

Maltose: Unter starker Glykogenbildung von Hefe assimilierbar, für Bakterien gute C-Quelle und gute Nahrung für Monilia- und Ustilago-Arten.

Inosit: schwach von Hefe assimilierbar, ohne Glykogen-Bildung.

Mannose und Xylose: wird von Hefe und Bakterien verwendet.

Mannit und Erythrit: bei Glykogenbildung von Hefe assimiliert.

Erythrodextrin, Amygdalin und Salicin: von Hefe unter Glykogenbildung assimiliert.

Zellulose, Raffinose, Dextrin und Inulin: Nährstoffe für Monilia sitophila (nach Went).

Nitrozellulose: Von Beggiatoa angegriffen, wenn in nährsalzhaltigem Wasser liegend.

Als C-Quellen wurden erkannt:

	C-Quelle:	N-Quelle:
Harnstoff	schlechte für Pilze	gute für alle Pilze
Glykokoll	für Schimmel	für Hefe
Methylamin	für manche Bakterien	für Pilze
Trimethylamin	keine oder schlechte für Bakterien	für Pilze
Propylamin	schlechte für Bakterien, keine für Hefe	für Bakterien
Aethylamin	keine für Bakterien	für Bakterien und Hefe
Asparagin	sehr gut für Pilze	gute für Pilze
Asparaginsäure	gute für Pilze	—
Leucin	gute f. Bakterien u. Hefe	—
Tyrosin	gute für Hefe	—
Toluidin	schlechte für Schimmel	schlechte f. Hefe, bessere f. Schimmel
Amisidin	für manche Schimmelpilze	für Hefe
Nitroanilin	keine für Hefe	gute für Hefe u. Schimmel
Kreatin	für Bakterien	—
Allantoin und Hydantoin	für Bakterien	—
Strychnin	sehr schlechte f. Schimmel	—
Acetamis	gut für Bakt., nicht f. Hefe	—

Aus dem bekannten Naegeli-Loewschen Versuch kann man folgern, wie sehr überlegen die Assimilationsenergie der Hefe jener der grünen Pflanze ist; dabei arbeitet die Hefe ohne Licht, sie bewältigt nur organische Nährstoffe, nie CO_2. Diese Überlegenheit beruht darauf, daß die Hefezelle nur assimilationsfähige und vermehrungsfähige Zellen erzeugt, während bei grünen Pflanzen oft eine große Zahl der Zellen ihres Körpers keine Vermehrungsfähigkeit und kein Assimilationsvermögen mehr besitzt. — Über Fettbildung: Bei Anwendung katalytischer Gifte gelang es dem Verf., 12—20 Proz. der Trockensubstanz bei der Hefe zu erzielen, die Hefe war dabei dem Tode nahe. Wie kann da die Fettbildung vor sich gehen? Das Fett bildet sich aus dem Plasmaproteïn der Hefe; ein Ferment könnte wohl kaum aus Eiweiß Fett bilden. Cramers Versuche mit Bakterien ergaben, daß die Kohlehydraternährung recht günstig für Fettbildung ist; und dies gibt den Fingerzeig für die Erzielung höherer Fettgehalte bei Hefen. Eine direkte Verwandlung von Kohlehydrat in Fett ist kaum denkbar; das erstere wird unter Zutritt von Ammoniak zuerst zu Eiweiß, das dann Fett abspaltet. Möglicherweise ist das Protoplasmaeiweiß überhaupt das primäre Produkt, woraus dann nicht nur Fett, sondern auch andere Stoffe der Zelle abgespalten werden. Matouschek (Wien).

Klein, W., Über die Bestimmung des Alkoholgehaltes gärender Flüssigkeiten durch Messung ihrer Oberflächenspannung. (Lotos. Bd. LXIII, 4. 1915. S. 47.)

Mit dem Czapekschen Kapillarmanometer wurde gemessen und Parallelversuche mit mehreren Hefen- und Mucor-Arten wurden gemacht. Immer wurde eine sterile Entnahme der gärenden Flüssigkeit durchgeführt; nach dem Versuche wurde stets ⅓ der gegorenen Flüssigkeit fraktioniert, destilliert und darauf wieder die Oberflächenspannung gemessen. Bei der Gärung der Hefen sind alle oberflächenaktiven Stoffe im ersten Drittel der Destillation enthalten. Durch Kurven kann der Verlauf der Gärung und die Höhe der erreichten Alkohol-Proz. bei den verschiedenen Hefen verglichen werden. Matouschek (Wien).

Beauverie, J., Quelques propriétés des ascospores de levures. Technique pour leur différenciation. (Compt. rend. Soc. biolog. Paris. T. 80. 1917. p. 5—7.)

Die Sporen von Saccharomyces cerevisiae, S. ellipsoideus und von Sauerteighefe („S. du levain") sind säureresistent. S. octosporus aber ist dies nur in geringem Grade.

Matouschek (Wien).

Will, H., Das mikroskopische Bild der Hefen von Kriegsbieren und die Schlußfolgerungen aus jenem. (Zeitschr. ges. Brauwes. Bd. 40. 1917. S. 209.)

Die Hefenernte bei der Vergärung geringprozentiger Würzen ist knapp; sie nimmt erfahrungsgemäß mit jedem neuen Umgang noch mehr ab; schließlich würde sich nicht mehr genügend Saathefe ergeben, wenn nicht Maßregeln getroffen werden, welche die Hefe wieder zu kräftigen geeignet sind. Die Herstellung von Kriegsbier dreht sich wesentlich um die Frage der Möglichkeit der Erhaltung der Hefe. Selbstverständlich stehen jene Erscheinungen im Zusammenhang mit der schlechten Ernährung durch die Würzen mit geringem Extrakt. Dieser liefert der Hefe nicht die nötige Energie, um eine lebhafte Gärung hervorzurufen und sie derart in Bewegung zu setzen, daß sie die in der Würze gebotenen Nährstoffe so weit als möglich auszunutzen imstande ist. Jedenfalls bot die mikroskopische Untersuchung über die Ursache der Abnahme der Vermehrung in geringprozentigen Würzen und die Notwendigkeit einer öfteren Stärkung der Zellen in hochprozentigen ein übersichtlicheres und überzeugenderes Bild als alle theoretischen Erwägungen über Ernährung und über die durch diese hervorgerufenen Erscheinungen. Aus diesem Grund wurden zahlreiche Satzhefen, zum Teil auch die dazu gehörigen Jungbiere aus 6proz. und aus Kriegsbierwürzen mit 3,5—4 Proz. Extrakt direkt vom Bottich weg mikroskopisch untersucht. Es stand auch eine Reihe von aufeinanderfolgenden Generationen von Hefe, die anfangs in 6proz. und dann in Kriegsbierwürze erhalten worden waren, zur Verfügung. Das mikroskopische Bild der Hefenzellen in geringprozentigen Würzen erscheint gegenüber demjenigen von Hefe aus hochprozentigen wesentlich geändert: der Ernährungszustand, der in dem Aussehen der Hefenzellen deutlich zum Ausdruck kommt, hat sich verschlechtert. Nach der Beschaffenheit der Zellen haben die Hefen in 6proz. Würze im allgemeinen noch genügend günstige Existenzbedingungen gefunden, um gesunde, ziemlich kräftige, wenn auch nicht völlig ausgereifte Zellen zu erzeugen, die eine dementsprechende Gärung herbeizuführen imstande sind. Bei einem Extraktgehalt der Würze von 6 Proz. ist nach den vorliegenden Erfahrungen die Grenze gezogen, bei welcher noch andauernd eine einigermaßen befriedigende Hefe gewonnen werden kann. Viel unter 6 Proz. darf der Extraktgehalt der Würze nicht sinken, wenn der Bestand einer Hefe auf die Dauer gesichert sein soll. Für die Erhaltung ihrer vollen Lebenskraft ist es jedoch nötig, die Hefe von Zeit zu Zeit in höherprozentiger Würze zu führen. Genügen dürfte hierzu schon eine Würze mit 7 Proz. Extrakt, besser ist jedoch eine mindestens 8proz. Die Hauptursache, warum die Satzhefe von Kriegsbierwürzen in der Regel eine weniger gute, nach dem Extraktgehalt der Würze verschiedene Beschaffenheit besitzt als die Hefe aus dem dazu gehörigen Jungbier, ist darin zu suchen, daß sich die Saathefe rasch zu Boden setzt, weil die zum Teil mageren und matten Zellen nur langsam in den physiologischen Zustand versetzt werden, in dem sie sich zu vermehren und lebhaftere Gärung hervorzurufen befähigt sind. Dazu kommt noch, daß in manchen Fällen sich verhältnismäßig viel tote Zellen in der Saathefe befinden. Die im Jungbier schwebenden Zellen sind besser ernährt, befinden sich überhaupt in einem besseren Zustand als die Zellen der Satzhefe. Da die Kriegsbiere grün gefaßt werden müssen, gehen die am besten ernährten Zellen auch bei den Kriegsbierwürzen in das Lagerfaß über. Sie haben im Bottich nicht mehr Gelegenheit, sich zu Boden zu setzen, um hier eine Schicht kräftiger, besser ausgereifter Zellen zu bilden, welche der Kernhefe bei hochprozentigen Bieren entsprechen würde. Die ausschließliche Vermehrung von Hefe in Kriegsbierwürze hat deren gründliche Schädigung zur Folge. Gute Erfahrungen wurden mit der wechselweisen Vergärung von Stark- und Kriegsbierwürze gemacht; man erreicht damit eine recht ansehnliche Zahl von Umgängen.

Autoreferat.

Kondelka u. **Zikes**, Beitrag zur Bestimmung des Endvergärungsgrades in Bier und Würze. (Allgem. Zeitschr. f. Bierbrauer. u. Malzfabrikat. 1916. S. 138—141.)

Unter dem Endvergärungsgrad versteht man den Grad der Vergärung, welchen die Biere erlangen, wenn alle in demselben enthaltenen vergärbaren Substanzen wirklich vergoren sind. Aus dem Endvergärungsgrad der Würzen und Biere lassen sich wichtige Schlüsse für die Beurteilung der Qualität der verwendeten Hefe und der Biere und Würzen selbst ziehen. Die Angaben von Leyser, Windisch und Schönfeld über die Ausführung des Endvergärungsgrades zielen dahin, mit sehr großen Hefemengen die Endvergärung in kürzester Zeit zu erreichen; hierdurch wird aber, wie die Verfasser durch Versuche zeigen konnten, der richtige Endvergärungsgrad, d. h. der höchste Grad der Gärleistung der Hefe nicht erreicht. Verff. hatten sich die Aufgabe gestellt, durch vergleichende Versuche, bei welchen die Menge der Hefegabe, die Höhe der Gärtemperatur und die Art des Gärverschlusses variiert wurde, festzustellen, unter welchen Modalitäten der höchste Vergärungsgrad einer bestimmten Hefe in einer bei den einzelnen Versuchsserien gleichen Würze oder gleichem Biere erreicht wird. Die Versuche wurden in der Weise angestellt, daß in 200 ccm Würze bzw. Bier bestimmte Mengen einer Betriebshefe von großer Reinheit gebracht wurden, welch letztere vorher zwischen Filterpapier entsprechend abgepreßt worden war. Die verwendeten Erlenmeyerkolben wurden sofort nach der Beschickung gewogen und die Wägungen so lange täglich fortgesetzt, bis sich nur mehr Gewichtsunterschiede von wenigen Zentigrammen ergaben. Es zeigte sich, daß bei Verwendung von kleineren Hefemengen ein höherer Vergärungsgrad resultierte, was seine Erklärung darin findet, daß sich die Hefe in diesem Falle anfänglich stärker vermehrt, und mehr jugendliche und daher sehr gärkräftige Zellen gebildet werden. Als optimale Gärtemperatur wurde etwa 30° C gefunden. Bei Schwefelsäureverschluß, wo die Hefe zu stärkerer intramolekularer Atmung gezwungen ist, wurde ein höherer Endvergärungsgrad erreicht als bei Watteverschluß; doch spielt der Gärverschluß eine geringere Rolle. Als Resultat der vorliegenden Arbeit ergibt sich daher, daß bei Verwendung von kleineren Hefemengen (0,5 g frisch gepreßte und möglichst kräftige Hefe auf 200 ccm Würze) die Gärung bei Temperaturen von 25—30° C durchgeführt und mit Schwefelsäureverschluß gearbeitet, die höchsten Zahlen des Endvergärungsgrades erreicht werden, hierdurch also dem idealen Endvergärungsgrad am nächsten gekommen wird. C. Rudolf (Wien).

Will, H., Einige Beobachtungen über den Einfluß von Schüttelbewegung auf die Haltbarkeit des Bieres in biologischer Hinsicht. (Zeitschr. gesamt. Brauwes. Bd. 40. 1917. S. 250.)

Über den Einfluß von Schüttelbewegung auf die Haltbarkeit des Bieres in biologischer Hinsicht sind genauere Angaben nicht vorhanden. Berücksichtigt wurde er schon, wie die Angaben über einen einfachen Nachweis des Einflusses durch tägliches ein- und zweimaliges Schütteln der Probeflaschen und Verteilen der Absätze im Bier sowie gelegentliche Bemerkungen in der Fachliteratur beweisen. Auch gelegentliche persönliche Mitteilungen weisen darauf hin, daß die Bierexporteure den Einfluß der Schüttelbewegung auf die Haltbarkeit des Bieres in Betracht gezogen haben, und daß auch Versuche in dieser Richtung angestellt wurden, mit welchem Erfolg, darüber fehlen jede Mitteilungen. Für Flaschenbier, das vom Produktionsort auf der Landstraße bei hoher Lufttemperatur auf weite Entfernungen hin transportiert wird, ist voraussichtlich Schüttelbewegung, auch wenn sie nur mehrere Stunden andauert, nicht ganz ohne Einfluß. Bei Bier in Fässern kommt wohl, da diese in der Regel spundvoll gefüllt werden, ein Einfluß in biologischer Hinsicht wenig zur Geltung. Bei den vom Verf. durchgeführten Versuchen war der Schüttelapparat, auf welchem die Versuchsflaschen wagerecht lagen, teils im Laboratorium, teils in einem Keller aufgestellt. Er war so reguliert, daß die Zahl der Umdrehungen in der Minute 70 betrug. Die hin- und hergehende Bewegung war also gering. Im allgemeinen war die Versuchsanordnung folgende. Zunächst ließ man für die einzelnen Versuche in verschiedenen Brauereien eine größere Anzahl von sterilisierten weißen ½-l-Flaschen mit Bügelverschluß von dem gleichen Abzug in der üblichen Weise auf dem Abfüllapparat in der Brauerei mit dunklem Bier füllen. Der Luftraum in den Flaschen war durchschnittlich 5—6 cm hoch. Um zu prüfen, ob und inwieweit der gegebene Luftraum die Haltbarkeit des Bieres beeinflußt, wurde ein Teil der Flaschen vollständig gefüllt. Parallel mit dem Schüttelversuch wurden ruhig stehende Flaschen mit einem Luftraum von 5—6 cm Höhe und völlig gefüllt beobachtet. Die Versuchsflaschen wurden während mindestens 14 Tagen täglich auf Absatzbildung, Verschleierung usw. kontrolliert. Geschüttelt wurde in der Regel jeden Tag zweimal je eine Stunde lang. Es wäre verfrüht, jetzt schon allgemeinere Schlußfolgerungen

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

zu ziehen, immerhin geht schon aus den vorliegenden Versuchen hervor, daß Schüttelbewegung unter bestimmten Temperaturverhältnissen und bei einer Flaschenfüllung mit viel Luftraum nach Art und Stärke der gegebenen Infektion die Haltbarkeit des Bieres wesentlich beeinträchtigt. Zu berücksichtigen wird auch noch sein, inwieweit eine durch die Schüttelbewegung stattfindende Entbindung von Kohlensäure aus dem Bier, welche sich im Flaschenhals ansammelt, auf die Vermehrung vorhandener Fremdorganismen von Einfluß ist. Autoreferat.

Zikes, Heinrich, Brauwasseranalysen und eine neue, sehr empfindliche Untersuchungsmethode auf Würzeschädlinge im Brauwasser. (Allgem. Zeitschr. f. Bierbrauer. u. Malzfabrik. Jahrg. XLIII. 1915. Nr. 30.)

Die biologische Brauwasseranalyse, nach der Hansenschen Methode, ferner mittels der Willschen Gärprobe (neues Verfahren) und der Würzegelatineplattenkultur durchgeführt, ergibt Untersuchungsresultate, welche vollständig genügen, um sich ein Bild von dem Benutzungswert eines Wassers für Brauzwecke zu machen. Die Wichmannsche und Schlesingersche Methode bieten nach Ansicht des Verf. und Wills keine wesentlichen Vorteile gegenüber der Hansenschen Methode dar, und überdies schließt die Art der Verdünnung der Würze bei diesen Methoden einen ungünstigen Einfluß auf das Analysenresultat in sich. Für die Beurteilung der Würzeschädlinge genügt die Hansensche Methode vollständig, besonders wenn sie mit 100 Gärkölbchen durchgeführt wird. Sie erfordert aber viel Geduld und Zeit. Für ganz genaue und exakte Wasseruntersuchungen, besonders, um Filteranlagen zu überprüfen, hat Verf. eine neue Methode ausgearbeitet und praktisch erprobt, durch welche es ermöglicht wird, selbst sehr große Wassermengen auf einmal zu prüfen, und welche durch Genauigkeit und Empfindlichkeit alle anderen Methoden weit übertrifft. Dabei wird eine doppelt konzentrierte Würze benutzt, die durch Eindampfen einer gewöhnlichen 10—12° Würze im Vakuum auf das halbe Volumen gewonnen wird. Diese Würze wird in eine Serie von eigens konstruierten Gärgefäßen von 100, 50, 24, 12, 6, 3, 2, 1 ccm Inhalt, die einen offenen und einen geschlossenen Schenkel besitzen, bis zum ersten Teilstrich eingefüllt und sterilisiert. (Bezüglich der Form und Konstruktion dieser Gefäße sei auf die Originalarbeit verwiesen.) Dann wird das Gefäß bis zur zweiten Marke mit dem zu untersuchenden Wasser gefüllt, gründlich durchgemischt und bei 25° im Thermostaten beobachtet. Es kommt eine der Würzemenge äquipare Wassermenge in jedes Gärgefäß, wodurch die eingedampfte Würze wieder auf die normale Konzentration verdünnt wird und demnach also größere Wassermengen untersucht werden können, ohne daß eine Verdünnung der Würze über das Normale platzgreift. Die Form der Gärgefäße ermöglicht, die Wachstumsvorgänge und Leistungen der vorhandenen Mikroorganismen (Gasbildung, Trübung, Hautbildung) sehr genau zu beobachten, welche bei anderen Methoden nur undeutlich und verschleiert in Erscheinung treten. Die verschiedene Dimensionierung der Gefäße bezweckt, die Quantität der vorhandenen Organismen approximativ festzustellen. C. Rudolf (Wien).

Meissner, Richard, Über die Lebensdauer der in einer 10proz. Saccharoselösung konservierten künstlichen Weinhefekulturen. (L. Zeitschr. f. Weinb. u. Weinbehandl. Bd. 2. 1915. S. 103—107.)

12 Kulturen verschiedener Weinhefearten aus Württemberg wurden seit 22. Sept. 1901 in 10 ccm 10proz. Saccharoselösung (in Freudenreichschen Fläschchen) aufbewahrt; dieselben waren gegen Ende 1914 noch am Leben, trotzdem die Saccharoselösung nie erneuert worden war, ja, einige dieser 12 Weinhefearten hatten von ihrem Gärungsvermögen sogar nicht nur nichts eingebüßt, sondern zeigten sogar eine intensivere Gärung.

Matouschek (Wien).

Perotti, R., Beitrag zur Kenntnis der Physiologie des Mycoderma vini. (Internat. agrartechn. Rundsch. VI. 1915. S. 1478—1479.)

Für die Entwicklung des Mycoderma vini ist am geeignetsten unter den Kohlehydraten die Glukose, dann erst die Galaktose. Traubenzucker wirkt am besten bei 2 Proz. Unter den N-Verbindungen wirken am besten Asparagin und Ammoniumtartrat (beide Stoffe zu 1 Proz.). Derjenige Säuregrad, der 0,5 Proz. Weinsteinsäure entspricht, ist schon nachteilig; die Entwicklung wird bei 5 Proz. Säure aufgehoben. Die günstigste Alkoholmenge liegt zwischen 4—5 Proz.; bei 9—10 Proz. kommt es zum Stillstande in der Entwicklung des Mycoderma. Matouschek (Wien).

Guyot, Henry, Le Gentiana lutea L. et sa fermentation. [Thèse.] 41 pp. Genève 1917.

Aus der Wurzel der Gentiana lutea L. (sowie auch der G. purpurea L. und G. punctata L.) wird durch Gärung eine Art Branntwein in gewissen Gegenden von Europa, und zwar in den Juragebirgen, den Alpen, auf Korsika, auf Sardinien und in den westlichen Karpathen hergestellt. Die Wurzeln werden zerschnitten, mit Wasser übergossen und während einiger Wochen bis zu 2 Monaten der Selbstgärung überlassen, wonach destilliert wird, und zwar bisweilen 2mal.

Verf. hat einige, während dieser Gärung auftretende Mikroorganismen untersucht. Er gibt auf S. 23 eine Bestimmungstabelle aller ihm bekannten Hefegattungen, sowohl der sporenbildenden (Saccharomyceten) als auch der nicht-sporenbildenden. Unter den ersteren erwähnt er auch die Gattung Hansenia, welche Gattung aber, infolge der Untersuchungen des Ref., zu streichen ist, teils weil die sogenannte Spore, welche diese Gattung bilden soll, keine Spore ist, und teils, weil der Name Hansenia für einen anderen Ascomyceten (Sordaria insignis Hansen) schon vorher benutzt worden ist. Die vom Ref. beschriebene Gattung Hanseniaspora Zikes wird nicht erwähnt; dasselbe gilt auch von der vom Ref. aufgestellten Gattung Pseudosaccharomyces unter den nicht-sporenbildenden Formen. Verf. scheint also die Arbeit des Ref. „Recherches sur 17 formes de Saccharomyces apiculatus“ (Compt. rend. du Lab. Carlsberg. T. 10 Livr. 4. 1913) nicht zu kennen.

Folgende Organismen werden beschrieben:

Oidium gentianae n. sp., Zygosaccharomyces Chodati n. sp., Saccharomyces sp., S. Zopfii Artari, S. Lendneri n. sp., S. gentianae n. sp., S. juillartensis n. sp., Pichia gentianae n. sp., P. farinosa Lindner, P. juratensis n. sp., Torula gentianae nom. nov. (= Will's Torula Nr. 15).

Alle diese Formen bilden Alkohol, mit Ausnahme von Oidium. Die Beschreibung der neuen Arten ist von einer kurzen lateinischen Diagnose begleitet, die indessen ganz bedeutungslos für die Bestimmung der Art ist.

Die Abhandlung ist von 27 Figuren begleitet; 1 Karte zeigt die Verbreitung der Gentiana-Arten und die Gegenden, wo die Destillation vorgenommen wird. Klöcker (Kopenhagen).

Weinzirl, John, and Newton, E. B., The fate of bacteria in frozen meat held in cold storage and its bearing on a bacteriological standard for condemnation. (Amer. Journ. Publ. Health. Vol. 5. p. 833—835.)

Six of ten samples of hamburg steak (ground meat), which far exceeded the limit for bacterial count and were plainly unfit for food, after one year of refrigeration at —10 degrees C. gave bacterial counts within the 10,000,000 standard; they were likewise improved in odor and might even pass the organoleptic test. A. C. Evans (Washington).

Heise, R., Über die Einwirkung von Ozon auf Mikroorganismen und künstliche Nährsubstrate, als Beitrag zur Kenntnis der Ozonwirkung in Fleischkühlhallen. (Arb. a. d. K. Gesundheitsamte. Bd. 50. 1916. S. 204—232.)

Die vorliegende I. Mitteilung behandelt die Einrichtung und Leistung des benutzten Ozonisierungsapparates und die Einwirkung von Ozon auf Bact. coli commune. In der Einleitung wird zuerst der von Siemens und Halske konstruierte Ozonisierungsapparat an der Hand einer Abbildung besprochen und Konzentration und Menge des entstehenden Ozons und der Gehalt der ozonisierten Luft an Stickstoffoxyden erörtert. Sehr eingehend werden dann die bisherigen Erfahrungen über die Wirkung von Ozon auf Bakterien mitgeteilt und die wichtigsten Arbeiten hierüber angeführt. Es sei u. a. auf Oberdörffer verwiesen, welcher fand, daß die durch einen Baboschen Ozonisator gegangene Luft Kulturrassen verschiedener Bakterienarten selbst bei 4stündiger Einwirkung nicht beeinflußt, dagegen Aufschwemmungen in Wasser je nach Versuchsanordnung in 10 Minuten bis 1 Stunde, Milzbrandsporen aber nach 5 Stunden abtötete. Dieser Autor schloß, daß nur dünnste Bakterienschichten oder deren Aufschwemmungen angegriffen werden. De Christmas führt an, daß die desinfizierende Kraft des Ozons gleich Null sei, sobald die Konzentration unter 0,05 Volumprozente sinkt. Aus den zahlreichen literarischen Angaben ergibt sich, daß die Einwirkung des Ozons auf einem künstlichen Nährboden anhaftende Bakterien nur als ein schwaches Desinfektionsmittel anzusehen ist, obwohl es bei Aufschwemmungen von Bakterien in reinem Wasser starke bakterizide Eigenschaften entfalten kann. Dagegen sind mit der Ozonisierung in den Konservenfabriken und besonders in den Kühlräumen der Schlachthäuser recht günstige Erfahrungen gemacht worden. Bei vielen gegensätzlichen Erfahrungen scheint aber doch festzustehen, daß das Verderben des Fleisches durch die Beigabe von Ozon zur Kühlluft ganz erheblich hinausgeschoben werden kann.

Die 3. Abteilung bringt die Einwirkung von Ozon auf Bact. coli commune; Zunächst werden die Versuchsbedingungen unter Beigabe von zwei ausgezeichneten Abbildungen, welche die Ausführung genauest veranschaulichen, gebracht und diesen folgen auf mehreren Tabellen die Einzelheiten der Versuche, bei denen die verschiedene Beeinflussung durch gereinigtes und ungereinigtes Ozon hervorgehoben wird. — An dieser Stelle sei auf die Beobachtung von Barber verwiesen, welcher die Generationsdauer des Bact. coli bei 22° mit 77 Minuten angibt. — Bei Untersuchung der Einwirkung von Ozon auf 20 Stunden alte Kolonien von B. coli wurde gefunden, daß der Erfolg der Ozonisierung demnach auch bei der Infektion mit einzelnen Keimen im wesentlichen davon abhängt, ob sich diese bei der Ozonbehandlung schon zu Kolonien entwickelt haben oder nicht. Hervorzuheben ist bei Ozonisierung von Coli-Kulturen während mehrerer aufeinanderfolgender Tage die Einwirkung auf die Oberflächenkolonien (S. 224 mit 3 Bildern) bei Verwendung von gereinigtem und ungereinigtem Ozon. Hier tritt eine auffällige morphologische Verschiedenheit der mehrmals ozonisierten Kolonien hervor. — Bei dem Zusammenwirken von Ozonisierung und niedriger Temperatur ergab sich, daß auch nach 96stündiger Aufbewahrung der geimpften Schalen im Eisschrank bei + 4,5 — 5° eine darauffolgende Ozonisierung dieselbe stark keimtötende Wirkung ausübte, wie wenn sie eine Stunde nach der Impfung ausgeführt war. Den Schluß der Versuche bilden die Impfung ozonisierter Fleischwasserpeptongelatine mit B. coli und Vergleiche der bisherigen mit B. coli gewonnenen Ergebnisse mit den Erfahrungen der Praxis. — Nachstehend sind die wesentlichen Resultate zusammengestellt:

Die bakterizide Kraft des ungereinigten und gereinigten Ozons trat nur dann in Erscheinung, wenn es auf einzeln an der Oberfläche des Nährbodens liegende Keime einwirken konnte, d. h. wenn die Ozonisierung bald nach der Impfung erfolgte.

Wurde die Entwicklung der Keime durch niedrige Temperatur verhindert, so wirkte auch eine erst nach mehreren Tagen ausgeführte Ozonisierung noch ebenso stark bakterizid, als wenn die Behandlung kurze Zeit nach der Impfung erfolgte. Wenn sich die Keime zu Kolonien entwickelt hatten, war unter sonst gleichen Versuchsbedingungen keine praktisch bemerkenswerte Wirkung des Ozons vorhanden. Wiederholte Ozonisierung änderte hieran nichts; jedoch zeigten die Kolonien morphologische Verschiedenheiten, je nachdem ungereinigtes oder gereinigtes Ozon eingewirkt hatten. — Wurden Keime von B. coli auf Nährgelatine gebracht, die vor der Impfung an der Oberfläche ozonisiert worden war, so machte sich eine Hemmung des Wachstums bemerkbar, die bei Verwendung von ungereinigtem Ozon stärker war als bei gereinigtem. Welche Bestandteile des Nährbodens durch das Ozon in einer für das Bakterienwachstum nachteiligen Weise verändert werden und welche Rolle die Stickstoffoxydationsprodukte dabei spielen, muß der weiteren Untersuchung vorbehalten bleiben. Die Ergebnisse dieser Laboratoriumsversuche stehen mit den bei der Ozonisierung in Fleischkühlhallen gemachten Erfahrungen nicht in Widerspruch. Rullmann (München).

Kossowicz, Alex., Die Sterilisation der Fleischkonserven und die Betriebskontrolle in den Fleischkonservenfabriken. II. (Chemiker-Zeitg. Bd. 41. 1917. S. 673—674.)

Bacterium vulgare könne nach Verf. nur die Zersetzung des Inhaltes undichter Büchsen bewirken. B. subtilis und B. mesentericus seien so luftliebend, daß eine Zersetzung durch sie ganz unwahrscheinlich ist. B. anthracis ist oft wohl mit B. putrificus verwechselt worden. Neben diesem komme nur noch B. vulgare (wie Impfungen zeigen) in Frage. Schwache Gasbildung, verbunden mit seinen eigenartigen Säuregeruch des Konserveninhaltes, erfolge manchmal durch B. coli. Zur Sterilisation genügen 50 Minuten, davon 35 bei einem Drucke von 1—1¼ Atmosphäre. Insbesondere wird durch höhere Temperatur die Einschränkung dieser Zeit nur um wenige Minuten erreicht. Die Büchsen reinige man vor Gebrauch sehr sorgfältig. Matouschek (Wien).

Schaffnit, E., Die wichtigsten Speicherschädlinge und ihre Vernichtung. (Flugblattsamml. üb. Pflanzenschutz d. kgl. landw. Akademie Bonn-Poppelsdorf. Herausgeg. von E. Schaffnit. Nr. 6. 1915. 4 S.)

Drei Gruppen von Schädlingen haben für Getreidespeicher, Lagerräume für Futtermittel, Müllereibetriebe usw, wirtschaftliche Bedeutung: Käfer (vor allem Calandra granaria, C. oryzae und Tribolium ferrugineum), Kleinschmetterlinge (namentlich Ephestia kuehniella Zell., E. figulilella, Tinea granella, Sitotroga cerealella) und Milben (Tyroglyphus [Acarus] farinae, T. plumiger, T. foenarius). Die grundlegenden Mittel, um der Einnistung der lästigen und oft schwer zu vernichtenden Schädlinge vorzubeugen, sind: Reinlichkeit der Speicher und Magazine, dauernde Lüftung, Trockenhaltung und Bewegung des Getreides durch fleißiges Umschaufeln. Bei sehr starkem Auftreten muß man zu chemischen Stoffen greifen: Anilin und Anilindämpfe sind giftig für den Menschen, daher Vorsicht. Die Anilinmilch wird hergestellt durch Vermischen von 1 l Anilin mit 15 l Wasser; die umgerührte Mischung dient zur Desinfektion des Bodens, der Wände und Decken. Die Wände kann man auch mit Kalkmilch weißen, der Anilin zugesetzt ist. Das infizierte Getreide, Futtermittel usw. werden folgendermaßen behandelt: Zuerst läßt man es über eine Reinigungsmaschine mit entsprechenedem Siebsatze gehen; die Schädlinge kriechen aus den Körnern heraus. Der Ausputz muß verbrannt werden. Man stelle in die vorher durchgeschaufelten Getreidehaufen dunkle Schalen auf, mit der Getreideoberfläche abschneidend. In diese Schalen wandern die Tierchen gern, desgleichen in dunkle Lappen. In Schalen kann man auch Schwefelkohlenstoff geben; die Dünste sinken zwischen die Körner ein und vernichten oder vertreiben die Tierchen. Gegen Milben speziell empfiehlt es sich, das infizierte Getreide zu sacken, auf die Horde einer Brauereidarre oder dergleichen zu bringen und auf 50—60° C zu erwärmen; die Schädlinge sammeln sich in der Mitte des Sackes an. Das Getreide muß der Hitze 24 Stunden lang ausgesetzt bleiben, es muß aber ganz lufttrocken sein. Säcke werden mit Schwefelwasserstoff desinfiziert: für 100 Säcke 1—2 l der Flüssigkeit; nach 24 Stunden sind die Schädlinge tot. Nach einstündiger Lüftung sind die Säcke nach Bürstung wieder verwendbar.

Matouschek (Wien).

Buchwald, J., Kriegsmüllerei und -bäckerei. (Jahresber. d. Vereinig. f. angew. Bot. 1916. S. 149—157.)

Eine gedrängte Übersicht über die auf diesem Gebiet ergangenen Vorschriften und Maßnahmen während des Krieges. Rippel (Breslau).

Martell, P., Mehl- und Getreideschädlinge. (Der Landbote. Jahrg. 37. 1916. S. 1227—1232.)

Zu den gefährlichsten Schädlingen des Getreides gehört der Kornwurm (Curculio granarius). Es ist dies ein 3—4 mm langer, 1—1,5 mm breiter, schwarzbrauner Käfer mit schwarzpunktiertem Halsschild. Die

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

Flügeldecken weisen eine Menge ziemlich tiefer Linien auf. Der Käfer besitzt als Verlängerung des Kopfes einen flachen Rüssel. Dem Kornwurm sehr ähnlich ist der Reiswurm (Calandra oryzae). Der sägezahnige Getreidekäfer (Sylvanus surinamensis) ist nur 2,5 mm lang, von dunkler schokoladebrauner Farbe. Die Brust weist zwei schwache Längsfurchen an der oberen Fläche auf und ist an jeder Seite mit 6 Sägezähnen besetzt. Zwei dunkelfarbige Mehlkäfer sind von den Müllern besonders gefürchtet: Tribolium confusum und Tr. ferrugineum, kleine Käfer von rötlichbrauner Farbe und länglicher Gestalt.

Die Getreidemotte (Celechia cerealella) ist äußerlich der bekannten Tuchmotte ähnlich, sie weist mit ausgebreiteten Vorderflügeln etwa 12 mm Größe auf, ist von hellgraubrauner Farbe, mit schwarzen Flecken und Streifen versehen. Die Hinterflügel besitzen eine Einfassung von einer langen, feinen Franse. — Schon das auf dem Felde stehende Getreide ist der Gefahr ausgesetzt, von der Motte befallen zu werden, von hier aus wird sie dann in die Getreidespeicher verschleppt. Es empfiehlt sich, den Getreidespeicher vor dem Hineinbringen der neuen Ernte gründlich zu reinigen und auszuräuchern, um der Ansteckungsgefahr nach Möglichkeit zu begegnen. Auch das Umschaufeln des Getreides ist ratsam, da das Insekt sich unter einer größeren Menge Getreide nicht hervorzuarbeiten vermag.

Ein den Getreidespeichern sehr gefährlicher Gast ist ferner die sogenannte Cadelle (Tenebroides mauritanicus), ein 6 mm langer, kräftig brauner, etwas zusammengedrückter Käfer, der besonders den Mais bevorzugt. Kahle Ährenspindeln können durch den Getreideblasenfuß (Thrips cerealium) hervorgerufen sein. Ein ähnliches Krankheitsbild verursacht auch Frost und Hagel.

Die am häufigsten vorkommenden Getreidefliegen sind die Fritfliege (Oscinis frit), die Hessenfliege (Cecidomyia destructor) und die Halmfliege (Chlorops taeniopus). — Zur Bekämpfung der ersteren empfiehlt es sich, im August neben den Äckern, die mit Wintersaat bestellt werden, Gerste als Fangpflanze auszusäen. Anfang bis Mitte September wird das Feld dann umgepflügt, wodurch die abgelegten Eier oder vorhandenen Maden vernichtet werden. Gegen alle Getreidefliegen ist das beste Bekämpfungsmittel die richtige Wahl der Saatzeit.

Schließlich sei noch das Getreideälchen (Tylenchus devastatrix) genannt. — Zur Bekämpfung desselben ist das Aushacken und Verbrennen der erkrankten und diesen benachbarten Pflanzen notwendig, auch Ätzkalk ist zu empfehlen. Die Fehlstellen werden im Herbst mit Winterroggen besät, der als Fangflanze dient. Im Frühjahr werden die Pflanzen ausgerissen und verbrannt. W. Herter (Berlin-Steglitz).

Witkowskij, N., Mehl- und Getreideschädlinge in der Provinz Jekaterinoslow. Beobachtungen im Jahre 1915. (Khosiaistwo. Bd. 11. 1916. S. 51—59.)

Verf. konnte große Getreide- und Mehlvorräte in den Magazinen der Eisenbahn und der Großfirmen besichtigen. — Calandra granaria schädigt am meisten den Weizen, findet sich aber auch in Roggen und Hafer. Mitunter waren bis 10 Proz. der Körner beschädigt (Gewichtsverlust 65 Proz.). Wie das Getreide in Säcke kommt, können die ausgewachsenen Exemplare nicht mehr heraus und die befruchteten ♀ von außen nicht hineingelangen.

Liegt das Getreide im Haufen, so ist nur, allerdings stark, die oberste Schicht (bis höchstens 0,7 m) angegriffen; tiefer war es ganz gesund. Man darf ein von Insekten befallenes und mehr als 13,5 Proz. Feuchtigkeit enthaltendes Getreide nicht annehmen, da es feststeht, daß in weniger feuchtem Getreide die Vermehrung des Insektes nicht erfolgt, ja, daß es sogar zugrunde geht. — Ephestia kühniella Zell. bedeutet für das Weizenmehl die größte Gefahr. Gewisse Mühlen sind arg verseucht, andere nicht. Die Eier werden auf die Sackaußenseite gelegt, die Räupchen fressen sich durch und verspinnen grobe Mehlteile miteinander durch seidige Fäden zu einem Nest. Die Raupen dringen später durch die Sacklücken heraus, doch gelingt dies nicht allen. Im letzteren Falle sterben die sich entwickelten Vollkerfe nichtbefruchtet ab. Die Verpuppung dauert 1—2 Wochen. Den Schmetterling sieht man namentlich Ende Juli bis Anfang August. Später zeigen die Raupen aber eine große Sterblichkeit; die Ursache ist eine noch nicht näher bestimmte Insektenart, die man in Magazinen als auch auf den am Bahnhofe lagernden Mehlsäcken finden kann. Bekämpfung: Sieben des Mehles bei Beginn der kalten Jahreszeit und sofortige Entfernung des gereinigten Mehles aus der Mühle. Matouschek (Wien).

Stoklasa, Julius, Zur Bekämpfung der Mehl- und Getreideschädlinge. (Mitt. d. Deutsch. Landw. Gesellsch. 1918. Stück 5. S. 62—69.)

Die tödliche Wirkung der Blausäure beruht bei Tieren auf einer Hemmung der Sauerstoffaufnahme, bei Pilzen in plasmolytischen Vorgängen, die durch etwa 3,5 Vol.-Proz. Blausäuredampf im Zeitraume von 5—10 Stunden bei Penicilium glaucum, Aspergillus glaucus, Mucor mucedo, Rhizopus nigricans, Bacillus subtilis, Bacillus mesentericus vulgatus hervorgerufen werden. Korn-, Mehl-, Erbsenkäfer, Kornmotte, Mehlmotte, Schwaben, Russen, Milben und Mauerasseln, deren Larven und Eier werden bei Laboratoriumsversuchen schon durch 1 Vol-.Proz. Blausäuredampf innerhalb 7 Minuten bis 5 Stunden abgetötet. Die Keimfähigkeit der Samen leidet durch die Räucherung nicht, ja es wird die Keimungsenergie durch die Einwirkung von 1—3,5 Vol.-Proz. Blausäure vergrößert, da die schädlichen Bakterien und Schimmelpilze getötet werden. Aus dem geräucherten Mehl und Getreide entweicht der Cyanwasserstoff schon nach 24 Stunden. 1 Vol.-Proz. Cyanwasserstoff soll nach Verf. alle tierischen Parasiten und deren Entwicklungsstadien in Mühlen usw. vollständig vernichten.

Matouschek (Wien).

Hoffmann, J. F., Die Vertilgung des Kornkäfers. (Zeitschr. f. Spiritusindustrie. Jahrg. 39. 1916. S. 234; Der Müller. Jahrg. 38. 1916. S. 173.)

Folgende Mittel zur Vertilgung des Schädlings werden angegeben: Nach Räumung der Kornschüttung werden die Fenster geschlossen und alle sonstigen Öffnungen gut verstopft. Darauf wird in alte Kübel und Eimer gefüllter Chlorkalk mit Salpetersäure übergossen und die Tür gut verpackt. Nach einem Tage lagen alle Käfer tot auf der Diele, wurden zusammengekehrt und verbrannt. In einem anderen Falle wurde der Speicher entleert, jeder Boden, von unten beginnend, wurde desinfiziert, in einer Höhe von ½—¾ m vom Fußboden wurden sämtliche Wände mit einem 30 cm breiten Leimgürtel versehen. Dann wurden wieder alle Luftöffnungen dicht ver-

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

schlossen und nun möglichst viele alte Stein- oder Blechgefäße oder Holzeimer aufgestellt. In jedes Gefäß wurde auf 1 l Rauminhalt $^1/_{20}$ l Anilinöl gegossen und darauf die Gefäße schnell mit heißem Wasser gefüllt. Dazu sind auf großen Speichern mehrere Personen erforderlich, die mit der Füllung der Gefäße mit heißem Wasser hinten beginnen müssen, damit sie die giftigen Dämpfe nicht einatmen. Der Raum darf vor Ablauf von 24 Stunden nicht betreten werden und ist gut zu lüften. Findet sich der Käfer schon in den Spalten und Ritzen des Holzes und Mauerwerkes, so sind diese mit einer kalten Anilinlösung vor dem Aufstellen der Verdampfungsgefäße auszupinseln oder zu bürsten. Der Kornkäfer ist sehr empfindlich gegen aromatische Gerüche, daher der Rat aller Praktiker, ihn mit frischem Heu zu vertreiben. In diesem Falle verläßt er zwar den Speicher, doch nur um anderwärts Unterkunft zu suchen und bei der nächsten Gelegenheit den ersten Speicher von neuem heimzusuchen. Von Hunger geplagt, gewöhnt sich der Käfer übrigens auch an stark desinfiziertes Material.

W. Herter (Berlin-Steglitz).

Hasterlik, Alfred, Kämpfe im Getreidespeicher. (Mühlen- und Speicherbau. Jahrg. 9. 1916. S. 181—182.)

Eine eigentliche Käferkalamität findet sich nur in solchen baulich heruntergekommenen Räumen, in denen Bretterwände, rissiges Gebälk, Verschalungen, Mauerverputz, Mäusenester usw. eine Ausrottung der einmal eingenisteten Käfer unmöglich machen. Das einzig wirksame Mittel besteht in einem vollständigen Umbau, bei dem alles bis auf die nackten Wände herausgerissen werden muß. Selbst der Mauerputz ist zu entfernen und der Boden rings um das Gebäude 1 m tief auszugraben. Von sonstigen Mitteln seien Schwefelkohlenstoff, Tetrachlorkohlenstoff und Hitzebehandlung empfohlen, bei welcher die Temperaturen während dreier Stunden auf 50 bis 55° C gehalten werden. Bei kleineren Vorräten mischt man feinen, durchsiebten Sand derartig mit dem Korn, daß er alle Zwischenräume ausfüllt. Die Käfer gelangen, da sie leichter sind als der Sand, an die Oberfläche, die im Innern des Haufens befindlichen Tiere ersticken. Eine alte preisgekrönte Vorschrift lautet: „Im Sommer gut lüften und vom Frühling an gut umschaufeln und dabei tüchtig werfen, damit die Käfer während der Hauptvermehrungszeit beunruhigt und am Eierlegen verhindert werden. Gleichzeitig soll man kleine Getreidehäufchen liegen lassen, in die sich die Käfer verkriechen. Diese dienen als Fallen, werden verbrannt oder ins Wasser geworfen."

Weniger geeignete Mittel zur Bekämpfung der Getreidekäfer sind schweflige Säure, Ammoniak, Formaldehyd, Gemisch von trockenem, gebranntem Kalk und trockenem Chlorkalk, Einblasen von Kohlensäure oder Luft, Einsetzen der Waldameise. W. Herter (Berlin-Steglitz).

Wahl, B., Über die Blausäuredesinfektion von Mühlen. (Arch. f. Chem. u. Mikrosk. 1917. S. 271—296.)

In Kolin (Böhmen) desinfizierte man im Oktober eine Mühle gegen Ephestia kühniella Z. (Mehlmotte). Für den Kubikinhalt von 12138 ccm verbrauchte man 390,2 kg Na-Cyanid, 504 l H_2SO_4 (von 60° Bé) und 1008 l Wasser. 1 Vol.-Proz. Blausäure ergab nach 14 Stunden einen vollen Erfolg, auch gegen Dermestes lardarius (Speckkäfer), Spinnen, Erdraupen und Mäuse, weniger aber gegen die Larven von Tenebrio mo-

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

litor und Calandra granaria (Kornrüsselkäfer). Eine Schädigung der Maschinen, eine Beeinträchtigung der Back- und Genußfähigkeit des geräucherten Mehles war nicht zu beobachten. Diese Art der Desinfektion ist besser als die mit Schwefelkohlenstoff. Matouschek (Wien).

Lemcke, Alfred, Der schwarze Kornwurm, Kornkrebs oder Klander. (Georgine. Jahrg. 8. 1915. S. 346—347.)

Schon 1768 hat die Gesellschaft der Landwirte in Limoges für das beste Vertilgungsmittel des Kornkäfers, Calandra granaria L., einem gewissen Lottinger in Saarburg eine Medaille zuerkannt. Seine Methode war die folgende: Im Sommer vielfach lüften, im Frühling und Sommer öfter umschaufeln. Kleine Getreidehaufen liegen lassen, worin die Käfer sich verkriechen. Nach einiger Zeit die kleinen Getreidehäufchen ins Wasser werfen und nur die sinkenden Körner zurückbehalten.

Verf. empfiehlt zweckmäßige Einrichtung der Gebäude, in denen das Korn aufbewahrt wird, hohe, luftige Lage, Umgeben der Getreidehaufen mit einem Ring von Brumataleim oder Steinkohlenteer, zeitweilige Räumung des Speichers, Auskehren der Risse und Spalten, Bespritzen der Wände und Balken mit Kalkmilch, der pro Eimer 1/2 l Anilinöl oder Karbolsäure beigemengt ist, Überstreichen der Fugen mit Petroleumbrühe (1 Petroleum, 4 Wasser), Schwefelkohlenstoff oder Teer, Umschaufeln, Dörren des Getreides in Backöfen usw. W. Herter (Berlin-Steglitz).

Thöni, J., u. Thaysen, A. C., Versuche zur Herstellung von spezifisch wirkenden Getreideantiseris für den Nachweis von Mehlverfälschungen. (Zeitschr. f. Immunitätsf. Bd. 23. 1914. S. 83.)

Zur Herstellung von Getreideantiseris erwies sich die Magnussche Methode als nicht geeignet. Nach den Versuchen der Verff. kann aus Roggen, Weizen und Gerste das spezifische Eiweiß durch fraktionierte Fällung mit Ammoniumsulfat gewonnen werden. Durch Anwendung der Eiweißfraktionen läßt sich die Spezifität der gewonnenen Antisera bedeutend steigern. Die Tatsache, daß sich das pflanzliche Eiweiß durch geeignete Behandlung in ganze Reihen von gut differenzierten Eiweißkörpern zerlegen läßt, glauben Verff. für das Studium der serologischen Verwandtschaftsverhältnisse bei den Pflanzen und für das Problem der Wirtswahl bei pflanzlichen Parasiten, wie Uredineen und Ustilagineen, verwerten zu können. Bisher hat die Serodiagnose nahestehender Formen versagt, weil die angewandten Antigene aus einer größeren Summe von Eiweißkörpern bestanden. Das Vorhandensein zahlreicher Eiweißkörper in den Pflanzen würde nun auch erklären, warum meistens bei Brand und Rostkrankheiten nur ganz bestimmte Arten einer Familie geschädigt werden, während andere nahestehende Formen refraktär sind. Hier nehmen Verff. nicht eine wirkliche Immunität an, sondern vermuten, daß gewisse Eiweißkörper, die den Schmarotzern für ihre Entwicklung nötig sind, nicht vorhanden sind, und somit ein Wuchern der Parasiten verhindert wird. Freilich halten Verff. selbst diese Anschauung noch für durchaus hypothetisch. Robert Lewin (Berlin).

Gaugusch, J., Die Mehlfeinde. (Mühlen-Markt. Jahrg. 18. 1917. S. 8—9.)

Der Mehlkäfer (Tenebrio molitor) ist ein pechschwarzer oder brauner, 14—18 mm langer Schwarzkäfer (Fam. Melanosomata), der quere, ziemlich flache Kopf trägt 11gliedrige schnurförmige Fühler, das Halsschild ist scharfkantig, erhaben umrandet. Die Flügeldecken sind flach gewölbt, gestreift punktiert, nach rückwärts verschmälert und abgerundet. Die als Mehlwurm bekannte, fast 25 mm lange, glänzend gelbe, harte und sehr glatte Larve besitzt 6 mittellange Beine, die Puppe ist weich und weißlich. — Aus dem Mehle entfernt man die Schädlinge durch Aussieben, die gänzliche Vertilgung des Käfers ist sehr schwierig und erfordert das Ausbrühen der Mehlbehälter, um die in den Fugen abgelegten Eier zu vernichten. Die besten Schutzmittel sind große Reinlichkeit, guter Verschluß und fleißige Lüftung.

Von den Küchenschaben, Schwaben oder Kakerlaken kommen bei uns 2 Arten vor: die 11 mm lange Blatta germanica und die 26 mm lange Periplaneta orientalis. Nicht selten ist auch der Zuckergast oder das Fischchen (Lepisma saccharinum).

Nur in verdorbenem Mehl kommt die Mehlmilbe (Acarus farinae) vor. Gefährlicher als diese Tiere sind die Schimmelpilze. Trockene Aufbewahrung des Mehles verhindert die Entwicklung der Schimmelsporen.

W. Herter (Berlin-Steglitz).

Huss, H., Brandsvamphaltigt vetemjöl [= Brandpilzhaltiges Weizenmehl]. (Svensk farmac. Tidskr. 1915. No. 12. 4 S.) [Mit deutsch. Res.]

Verf. konnte ein Mehl, das zur Herstellung des sogenannten französischen Brotes diente, untersuchen. Es ergab ein grau gefärbtes Brot. Mittels der Bredemannschen „Normalzahl“ bestimmte er die Menge der Sporen von Tilletia Tritici und laevis auf 0,05 Proz. Im Normalmehle findet man davon nur $^1/_{100}$—$^1/_{10}$ von dieser Zahl. Man beschlagnahmte dem Bäcker das Fabrikat und den Mehlvorrat und vernichtete ihn, da ein solches krankheitserregend wirken könnte.

Matouschek (Wien).

Bredemann, G., Über die quantitative Bestimmung der Brandsporen in Kleien. (Arch. f. Chem. u. Mikrosk. 1915. S. 87—95.)

Eine kleine Probe (3—5 g) des zur chemischen Untersuchung auf Protein, Fett usw. vorbereiteten Futtermittels wird zerkleinert und durch ein Sieb gestrichen, dann getrocknet. Zur Voruntersuchung eine aliquot kleine Menge auf einem Objektträger mit wenigen Tropfen HCl-Chloralhydratglyzeringemisch angerührt, mit aufgelegtem Deckglase zum Sieden erhitzt. Wenn im Gesichtsfelde bei 150facher Vergrößerung höchstens 5 Sporen zu finden sind, so dient die Probe direkt zur quantitativen Untersuchung. Sonst aber verdünne man einen Teil der Probe mit 9 Teilen Reisstärke. Dies hat den Vorteil, daß die Brandsporen sehr gleichmäßig verteilt werden und sich Klumpen von ihnen nachher niemals im Präparate finden. Von diesem so zubereiteten Futtermittel werden auf dem Objektträger 8—12 mg sorgfältig abgewogen; ebensoviel nimmt man von Teigwaren oder Mehl (die ersteren gepulvert). Diese Probe wird mit 3—4 Tropfen des obigen Gemisches gleichmäßig zerrieben; man erwärme leicht (ohne zu kochen) oberhalb eines Mikrobrenners, bis ein Kleister entsteht. Dann ein Deckglas auflegen. Mittels Suchtischverschiebung werden die Sporen gezählt; Vergrößerung 165. Die gefundene Zahl rechnet man auf 10 mg der Probe um, dividiert durch die Normalzahl 450 000 und findet so, wie viele mg Tilletia-Sporen in 10 mg Probe enthalten sind.

Matouschek (Wien).

Perotti, R., u. Cristofoletti, U., Bedeutung der Buttersäuregärung für die Brotbereitung in der Provinz Rom. (Intern. agr.-techn. Rundsch. Bd. 6. 1915. S. 1329—1330.)

In Velletri bei Rom wird treffliches Brot erzeugt. Bringt man von da den Sauerteig nach Rom selbst, so erhält man kein gutes Brot. Es kommt dabei zuerst auf die Mikroorganismen an, die auch untersucht wurden. Ein Buttersäureferment wurde beobachtet, das auf Bacillus butyricus Past. zurückzuführen ist, der jetzt noch vom Clostridium butyricum Prazm. und Bac. amylobacter Trec. et v. Tiegh. unterschieden werden kann. Außerdem gelang die Isolierung eines kleinen Saccharomyceten, der auf S. minor hinweist, ferner eines mittelgroßen, bisher nicht bestimmten Saccharomyceten und einer kleinen, aëroben Bakterienform, die aber wohl ohne Bedeutung ist. Die gute Qualität des Brotes in Velletri ist auf die mäßige Mitwirkung der Buttersäuregärung zurückzuführen. Die Herstellung von Brot mittels Cl. butyricum ergibt ein Produkt mit vielen kleinen Löchern und rissiger Rinde; das Brot ist feucht und unangenehm schmeckend. Setzt man S. minor zu, so erhält man ein befriedigendes Resultat. Die Untersuchungen werden fortgesetzt.

Matouschek (Wien).

Kühl, Hugo, Dextriniertes Brot. (Allgem. Deutsch. Bäcker- u. Konditor-Zeitg. Jahrg. 36. 1916. S. 370.)

Verf. untersuchte 3 Brotproben, welche folgende, für dextriertes Brot charakteristische Eigenschaften aufwiesen:

I. Schwarzbrot: Krume klebrig, bleibt beim Fingerdruck haften, mit der Rinde noch vollkommen verbunden.

II. Roggenfeinbrot: Krume klebrig, bleibt beim Fingerdruck haften und hat sich von der oberen Rindenschicht losgelöst.

III. Roggenfeinbrot: Krume hat sich von der oberen Rinde losgerissen und bildet im inneren Kern eine feste, durch und durch dextrinierte Masse.

In Probe III wurde die völlige Dextrinierung der Stärke im inneren Teile der Krume in folgender Weise nachgewiesen: Ein Teil der Masse wurde mit destilliertem Wasser bei Zimmertemperatur ausgeschüttelt. Es hinterblieb nur Zellgewebe. Die wässerige, milchig getrübte Füssigkeit gab mit Jodlösung Gelbfärbung. Das Filtrat der weißlich-trüben Ausschüttelung im Verhältnis 1 : 10, mit 96proz. Alkohol versetzt, ergab eine weiße, flockige Dextrinfällung.

Als Urheber der Dextrinierung hat Verf. schon 1913 einen, dem Bacillus mesentericus nahestehenden Bazillus nachgewiesen, der kräftige, zu zweien zusammenhängende Stäbchen bildet und Stärke zu dextrinieren vermag.

Von den Erregern des fadenziehenden Brotes, das in dieser Zeit auch vielfach beobachtet worden ist, unterscheidet sich der dextrinbildende Bazillus in folgenden Punkten: Es treten in dem erkrankten Brote keine Schleimnester auf, sondern die Krume ist im Kern gleichmäßig mehr oder weniger dextriniert, d. h. in eine klebrige Masse verwandelt. Der Geruch des dextrinierten Brotes bietet meist nichts Abnormes, während der Kartoffelbazillus (Bacillus mesentericus) die befallene Krume in eine ekelhaft riechende Masse verwandelt. Selbstverständlich können beide Erkrankungen, die Dextrinierung und das Fadenziehen, nebeneinander auftreten.

In Gegenden Norddeutschlands, die im Juli und August starke Niederschläge hatten, wird die Gefahr, dextrinierende Bazillen in das Mehl zu bekommen, besonders groß gewesen sein. W. Herter (Berlin-Steglitz).

Kugl, Jos., Brotfehler und ihre Ursachen. (Günthers Bäcker- u. Konditor-Zeitg. Jahrg. 42. 1915. S. 474—475, 521—523, 537—538, 601—602, 616.)

Das Springen des Brotes wird nach Neumann und Salecker durch zu feste und zu wenig gegorene Teige verursacht. Daneben dürfte auch eine nicht richtige Führung des Sauers in Betracht kommen. Zur Verhütung des Brotfehlers wird verkleistertes Reismehl mit Erfolg verwendet.

Das Krümeln des Brotes ist ebenfalls häufig auf zu festen Teig zurückzuführen. Bisweilen liegt es aber auch an dem schlechten Quellungsvermögen des verwendeten Mehles. Auch dieser Brotfehler wird bei Verwendung von Reisbackmehl (Risofarin) oder entsprechende Kartoffelpräparate (gekochte Kartoffel, Kartoffelwalzmehl) vermieden.

Klitschige Krume rührt davon her, daß der Teig zuviel Wasser enthielt. Der Wasserzusatz braucht aber nicht zu hoch gewesen zu sein. Es kann vorkommen, daß je nach der Art des Mehles ein Teig mit wenig Wasserzusatz mehr Wasserüberschuß enthält, als ein Teig mit größerer Wassermenge. Alle Mehle mit hohem Wassergehalt und solche aus ausgewachsenem Roggen vermögen das Wasser nicht in geeignetem Maße aufzunehmen und durch Quellung festzuhalten. Auch diesen Übelstand soll man durch Risofarin beseitigen können.

Bei dem Abbacken oder Hohlwerden der Brote war die Führung des Sauers zu jung, der Teig zu fest und die Gärung eine unvollständige. Man suche den Teig möglichst warm zu halten und setze dem Grund- oder Vollsauer etwas Hefe und DDG.-Extrakt zu. Man kann dem Fehler auch dadurch vorbeugen, daß man das Teiggebäck vor dem Einschießen und vielleicht noch einmal beim Umbacken „stippt“ oder „stupft“.

Das Reißen des Brotes kann durch zu geringe Gärung, zu schwachen Ofen, kleberarmes Mehl und schließlich durch zu lange Einwirkung der Schwüle verursacht sein. Bei kleberarmem Mehl oder solchem aus ausgewachsenen Getreide verwende man DDG.-Extrakt.

Die Blasenbildung ist auf zu junge Herführung des Teiges zurückzuführen, dunkle Ringe werden durch einen Teig hervorgerufen, der zu viel überschüssiges Wasser enthält, bei spindigem Brot war das Brot beim Einschießen schon zu viel gegoren, oder es lagen wieder kleberarme Mehle oder Mehle aus ausgewachsenem Getreide vor. Auch in diesen Fällen empfiehlt Verf. DDG.-Extrakt.

W. Herter (Berlin-Steglitz).

Benz, G., Über fadenziehendes Brot. (Die Bäckerei. Jahrg. 34. 1915. S. 342.)

Die Entwicklung des Kartoffelbazillus, des Erregers der Krankheit des fadenziehenden Brotes, wird durch folgende 3 Umstände gefördert:

1. Durch erhöhten Kleiegehalt des Mehles, 2. durch erhöhte Temperatur (26—28° C) und 3. durch Mitverwendung von Kartoffeln oder Kartoffelmehl.

Die Krankheit tritt alljährlich an schwülen Tagen vereinzelt auf. Daß sie in diesem Jahre einen besonders großen Umfang angenommen hatte, erklärt sich daraus, daß alle die genannten Faktoren zusammengetroffen waren.

Zur Bekämpfung der Krankheit empfiehlt es sich, bei der Bereitung des Brotes bei der Gärführung eine stärkere Säuerung zu erzielen oder, falls an Stelle von Sauerteig Hefe verwendet wird, Sauermilch, saure Molken oder käufliche Milchsäure (4 g pro kg Mehl) zuzusetzen. In einem von dem Bazillus stark befallenen Betriebe müssen alle für die Brotbereitung in Betracht kommenden Räume und besonders die mit dem Teig in Berührung kommenden Gefäße und Geräte einer durchgreifenden Reinigung mit Essig unterworfen werden. Herter (Berlin-Steglitz).

Czadek, Fadenziehendes Brot. (Allgem. Mühlen-Markt. Jahrg. 17. 1916. S. 12.)

Aus jedem Mehle kann man bei warmer Lagerung fadenziehendes Brot erhalten.

Durch kühles Lagern des Brotes und Zusatz von 4 g Milchsäure auf 1700 g Teig wird das Fadenziehen des Brotes mit Sicherheit verhindert.

W. Herter (Berlin-Steglitz).

Bruderlein, Jean, Contribution à l'étude de la panification et à la mycologie du maïs. [Thèse.] 85 pp. Genève 1917.

Verf. gelangt zu dem Resultate, daß man aus Maismehl Brot herstellen kann, das aber viel kompakter ist als solches aus gewöhnlichem Mehl und auch nicht so haltbar. Die beste Hefe zur Hebung des Teiges ist eine Mischung aus Mucor Praini, Bacillus levans und Bäckereihefe.

In dem Maismehle fand Verf. Bakterien, Hefen, Penicillium, Aspergillus, Sterigmatocystis ochracea, S. nigra und 2 Mucoraceen, die als neu beschrieben werden, und zwar mit folgenden Diagnosen:

Mucor lusitanicus n. sp. Hyphae sporangiferae ramosae, 2—30 mm altae, 9—7 μ latae. Sporangia globosa 45—70 μ diam. Tunica granulosa, in aqua in fragmenta septans, basi columellae inserta. Columella sphaerico ovoidea, 40—61 μ longa, 30—40 μ lata. Sporae ellipsoideae hyalinae, 6—8 μ diam. Zygosporae incognitae, Chlamydosporae frequentissimae 10—30 μ longae, 11—20 μ latae. Oidiosporae 15 μ longae, 9 μ latae. Habitat farinam maidis. In valle Douro-Lusitiania.

Rhizopus maydis n. sp. Mycelium candidum hyphis 6—17 μ latis; hyphae sporangiferae et sporangia rara; sporangia globulosa 30—50—70 μ rarius, 130 μ diam.; sporae ovoideae vel sphaeroideae coeruleonigrae, striatae 5—8 μ longae, 4—6 μ latae; chlamydosporae ovoideae 30 μ longae, 20 μ latae; zygosporae non visae. Habitat farinam maydis. Rhizopo nodoso affinis.

Sie sind beide nicht zur Brotherstellung aus Maismehl verwendbar.

Klöcker (Kopenhagen).

Bokorny, Th., Noch einige Mitteilungen über Hefe. (Allg. Brau- u. Hopfenztg. Bd. 55. 1915. S. 1653—1655.)

Verf. berichtet über Versuche zur Herstellung von Hefenalbumose, sowie zur Gewinnung von Albumosen aus fremden Eiweißstoffen unter Anwendung von Hefe als verdauendes Ferment. Bei einem Versuch mit 20 g Hefe und 50 ccm n-H_2SO_4 war etwa ein Viertel des Eiweißes der Hefe in Albumose verwandelt worden. Das Verhältnis ist ähnlich, wenn 500 ccm n/10-H_2SO_4 auf Hefe einwirken. n/100-H_2SO_4 vermochte das Eiweiß nicht anzugreifen. Bei der Einwirkung von 50 ccm n-NH_3 auf 20 g Hefe wurde eine viel geringere Albumosenbildung erzielt als mit Säuren. Bei Anwendung

schwächerer NH_3-Lösungen trat Fäulnis der Flüssigkeit ein. Durch das tierische Pepsin wird rascher Pepton erzeugt, als durch die proteolytischen Enzyme der Hefe. Die Verdauung mit Hefe unterscheidet sich auch sehr deutlich durch die ziemlich bald erfolgende Bildung jener noch fleischextraktähnlichen, bald aber auch scharf schmeckenden, stark färbenden Substanzen, welche die aus der Verdauungsmischung erhaltene Lösung gelb bis dunkelrot erscheinen lassen und auch dem durch Alkoholfällung erhaltenen Pulver noch eine schwache Färbung verleihen können. Das tierische Pepsin ist der Hefe quantitativ hinsichtlich der Verdauung überlegen, denn binnen 24 Stunden werden durch Pepsin bei 37° bis zu 87 Proz. des vorhandenen Eiweißes verdaut, bei Hefenverdauung jedoch nur bis zu 15 Proz. Dafür kann man aber auch die Verdauung mit Hefe so leiten, daß keine Peptone entstehen.
Will (München).

Bokorny, Th., Fett in der Hefe. (Allg. Brau- u. Hopfenzeitg. Bd. 55. 1915. S. 1803—1805.)

Der Fettgehalt der Hefe kann nur bei reichlicher Zufuhr von Kohlehydraten und Stickstoff, also bei gesteigerter Eiweißbildung so groß werden, daß die Fettgewinnung lohnend ist. Sauerstoffzufuhr muß dabei stattfinden, die Temperatur darf nicht zu tief sein. Bisweilen hat man enorme Anhäufung von Fett in der Hefe (bis über 50 Proz.) beobachtet und zwar stets bei der Rückbildung (Involution) der Hefe, wenn sie durch Mangel an Nahrung in abnorme Verhältnisse geraten war. Auch ältere Hefen haben zuweilen einen extrem hohen Fettgehalt gezeigt. Der qualitative Nachweis von Fett geschieht am besten durch 1proz. Überosmiumsäure-Lösung. Man kann binnen wenigen Tagen eine beträchtliche Anhäufung von Osmium abscheidender Substanz in den Hefenzellen beobachten, wenn man Pepton und Zucker sehr konzentriert auf sie einwirken läßt. Ein Vergleich der Hefe mit den bekannten Ölpflanzen zeigt, daß die Hefe nur ausnahmsweise einen ähnlich hohen Fettgehalt aufweist (50 Proz. und darüber). Die Gewinnung von Fett aus der Hefe erscheint nur dann rentabel, wenn das Fett in großer Menge vorhanden ist. Bei 20 Proz. Fettgehalt würde vielleicht die Rentabilität gewinnen. Ist das Eiweiß der Hefe nach der Fettgewinnung noch als Nährstoff verwertbar, dann verringern sich die Kosten des Hefenfettes beträchtlich.
Will (München).

Bokorny, Th., Versuche über Glyzerinernährung der Hefe. (Allg. Brau- u. Hopfenztg. Bd. 56. 1916. S. 177—180, 195—196.)

Die Befürchtung der Landwirte, daß die Erzeugung von Futterhefe zum Einzug von Zucker (Melasse) für die Viehaufzucht führen müsse, sind zwar nicht ganz gerechtfertigt. Immerhin schien es lohnend, nach einem teilweisen Ersatz für Zucker zu suchen. Verf. hat das Glyzerin in dieser Richtung mit und ohne Zusatz von Zucker, sowie in Kombination mit Glutaminsäure, Harnstoff, Leucin, Asparaginsäure, Asparagin, Pepton, Tyrosin, und Ammoniak geprüft. Zucker wurde nur in solchen Mengen zugesetzt, daß eine Gärung eintrat, welche die Hefe schützte und in Schwebe hielt. Nach den Versuchsergebnissen kann es keinem Zweifel unterliegen, daß die Hefe durch Glyzerin, wenn dieses nicht in zu hoher Konzentration zugesetzt wird, ernährt werden kann, und zwar auch durch Glyzerin allein. Fast durchweg hat sich bei Glyzerinzusatz eine größere Menge Trockensubstanz ergeben, als ohne jenen. Verf. prüfte vergleichsweise noch einige andere Alkohole und Phenole (Äthylen-Glykol, Äthylalkohol, Amylalkohol, Propylalkohol, Methylalkohol, Karbolsäure, Brenzkatechin, Hydrochinon, Gallussäure, Pyrogallussäure, Tannin, Kresol, Orthoxylenol). Diese sind eine wenig geeignete Kohlenstoffnahrung für Hefe. Will (München).

Neger, F. W., Die Verderbnis der Eier, ihre Ursachen und Erkennung. (Westpreuß. Landw. Mitteil. Jahrg. 22. 1917. S. 35.)

Völlige Undurchleuchtbarkeit eines Eies ist ein Zeichen der Genußuntauglichkeit, aber nicht nur als Folge von totaler Infektion durch Schimmelpilze oder Bakterien, sondern auch als Folge von Bebrütung in den letzten Stadien. Dagegen ist Transparenz eines Eies vor der Lampe nicht immer ein sicheres Zeichen einwandfreier Beschaffenheit. Man hat besonders starke Transparenz auch bei Eiern beobachtet, die durch Bakterien zersetzt waren. Das Vorkommen von Schimmelpilzen ist meist leicht erkennbar, wenn der Pilzrasen auf die Schale oder das Eiweiß beschränkt ist. Weitaus die meisten Infektionen von Eiern durch Pilze sind auf Schaleninfektionen zurückzuführen. Je reiner Eier und Hühnerhof gehalten werden, um so geringer ist die Gefahr der Infektion der Eier durch Schimmelpilze.

W. Herter (Berlin-Steglitz).

Henneberg, W., Kohlrübensauerkraut. (Sonderdr. a. „Die deutsch. Essigind.“ 1917. Nr. 7—9. 20 S.)

Die Zubereitung roter Rüben durch Milchsäuregärung für den menschlichen Haushalt, z. B. zur sogenannten Barszcz-Suppe in Polen, wie die Einsäuerung roter Kohlrüben zu einer Art Sauerkraut in Süddeutschland ist lange bekannt. Die Kriegszeit hat das Interesse für diese Art der Haltbarmachung und Zubereitung der Rübenspeisen verallgemeinert, einmal, um Abwechslung in den Kohlrübenspeisen und Ersatz für das Weißkohlsauerkraut zu gewinnen. Zudem lassen sich auch erfrorene Rüben sehr gut zum Kohlrübensauerkraut verwenden, die sonst verderben würden. Das veranlaßte den Verf. und seine Mitarbeiterinnen Frl. Krappe und Frl. Lindemann zu eingehenderen Versuchen, deren Ergebnisse in der vorliegenden Schrift mitgeteilt werden. Dieselben beziehen sich I. auf Zuckerrüben, die teilweise entzuckert ein Sauergemüse liefern, auch zur Mischung mit weniger zuckerhaltigen Rüben und dergleichen geeignet sind, II. auf erfrorene Futterrüben (Eckendorfer Rüben), die frisch eingesäuert vorzüglich schmeckten, III. auf Kohlrüben. Die letzteren wurden auf vier verschiedene Weisen eingesäuert: A. Roheinsäuerung mit Salzzusatz, 1. mit der Pilzflora des gewöhnlichen Fabriksauerkrautes (45 Proz. Hefen — Torula- und Sauerkohlhefe —, 14 Proz. Pediokokken, 23 Proz. langen und 18 Proz. kurzen Milchsäurebakterien), 2. spontane Einsäuerung ohne Pilze bei 30° C, 3. bei 40° C, 4. mit Sauerkohlpilzmischung bei 30° C und 5. bei 25° C. B. Das Salzwasser wurde siedendheiß über die eingekochten Rübenschnitzel gegossen, Impfung mit Sauerkohlmischung mit und ohne Zuckerzusatz, Impfung mit Bac. Delbrücki. C. Einsäuerung von weichgekochten Kohlrüben, mit oder D. ohne Abgießen des Kochwassers, Impfung mit Bac. Delbrücki oder mit Sauerkohlpilzmischung oder mit Bac. bulgaricus, oder mit einem neuen Milchsäurepilz bei verschiedenen Temperaturen. Das Ergebnis war, daß die Einsäuerung bei allen 4 Methoden unter Anwendung von Reinkulturpilzeinsaat gut gelang. Die Sauerkohlpilzmischung bewährte sich in bezug auf das Aroma besser als Impfung mit einer einzelnen Milchsäurepilzart (B. Delbrücki, B. bulgaricus oder „neuer Pilz“).

Mit letzteren Pilzen nach dem Abkochen geimpft, ist die Säuerung bereits nach 24 Stunden beendigt, so daß das „Kochkohlrübensauerkraut“ schon nach 1 Tag genossen werden kann (Schnellsäuerung) und auch genügend haltbar ist. Es folgen Rezepte für Roheinsäuerung und Kochkohlrüben-Sauerkraut. Die Einsäuerung von Rüben in den Haushaltungen ist zweckmäßig mit Reinkulturpilzen vorzunehmen, da dann das Gelingen vom Zufall unabhängig, die Säuerung schneller und reiner verläuft und das Aroma ein viel besseres ist. Das Sauerkohlpilzgemisch und ein vom Verf. hergestelltes Schnellsäuerungs-Pilzgemisch ist vom Institut für Gärungsgewerbe zu beziehen (Preis je nach der Menge der Kulturflüssigkeit 0,50—1,50 Mk.). Erwähnt sei noch, daß auch gedämpfte erfrorene Kartoffeln durch die Reinkulturen im Haushalt noch gut zum Essen verwertbar sind. „Unsere Hausfrauen werden mit der Zeit ebenso wie mit der Backhefe auch mit Milchsäurepilzen umgehen können und dadurch unseren Speisezettel zu vergrößern und vor allem manches vor dem Verderben zu retten vermögen.“

Ludwig (Greiz).†

Völtz u. Jantzon, Die Konservierung der Futterrüben und der Rübenblätter durch wilde Säuerung und durch Reinkultursäuerung. (Landw. Jahrb. Bd. 49. 1916. S. 797.)

Bei den in der Praxis üblichen Methoden der Rübenblättereinsäuerung finden sehr bedeutende Nährstoffverluste statt. Diese betrugen bei entsprechenden Untersuchungen:

	An Roh-nährstoffen %	An verdaulichen Nährstoffen %
Für das Rohproteïn	32—60	59—73
„ „ Reineiweiß	16—68	55
„ die N-freien Extraktstoffe	39—47	56—59

Nachdem Verff. bereits früher[1]) erwiesen hatten, daß die Nährstoffverluste der gedämpften Kartoffeln bei Reinzuchtsäuerung unter geeigneten Bedingungen gänzlich zu vermeiden sind, wurden bei den vorliegenden Versuchen Rübenblätter und Futterrüben unter gleichen Bedingungen in wasserdichten Gruben eingesäuert. Die Impfung erfolgte mit Mischkulturen des Kaltmilchsäurebazillus (Bac. cucumeris fermentati) und des Bac. lactis acidi. Bei 4monatlicher Einsäuerungsdauer war das schließliche Ergebnis bei wilder und Reinzuchtsäuerung annähernd das gleiche, woraus geschlossen werden muß, daß das Material bereits an sich sehr reichliche Mengen von Milchsäurebakterien enthielt. In beiden Fällen waren nur geringe Verluste an Nährstoffen eingetreten, das Sauerfutter war von normaler Beschaffenheit.

Die Versuche beweisen, daß die Konservierung der genannten Stoffe mit Verlusten von nur etwa 10 Proz. der Gesamtnährstoffmenge (Kalorien) durch Einsäuerung gelingt, wenn für Wasserundurchlässigkeit der Gruben, feste Lagerung und Luftabschluß gesorgt wird. Während die Rübenblätter eine Einbuße an ihrem Rohprotëingehalt von 11—12 Proz. und an ihrem Eiweiß von 37 Proz. erfahren hatten, hat bei den eingesäuerten geschnitzelten

---

[1]) Diese Zeitschrift. Bd. 44. S. 195.

Rüben sowohl bei Reinzuchtsäuerung als auch bei Wildsäuerung kein Verlust an Rohprotëin stattgefunden, und bei den durch Reinzuchtsäuerung konservierten auch kein Eiweißabbau. Letzterer war aber auch bei den wildgesäuerten Rüben mit 17 Proz. sehr gering. Vogel (Leipzig).

Meyer, D., Ein Einsäuerungsversuch mit Rübenschnitzeln unter Verwendung von Milchsäurebakterien. (Illustr. landw. Zeitg. 1914. Nr. 44.)

In gemauerte Gruben von je 1 cbm Fassungsraum wurden je 1300 kg frische Rübenschnitzel eingebracht. 2 Gruben blieben ohne besonderen Zusatz, während dem Inhalt der beiden anderen Milchsäurebakterien (der sog. Warmmilchsäurebacillus) zugegeben wurden. Der Versuch gelangte am 28. November zur Ausführung und wurde am 7. Mai abgebrochen. Die Dauer der Lagerung betrug somit 160 Tage.

Die Untersuchung ergab, daß durchschnittlich 18,3 Proz. der organischen Substanz, 22 Proz. der stickstoffreien Extraktstoffe und 9,8 Proz. des Rohproteïns verloren gegangen waren. Der Zusatz der Milchsäurebakterien war ohne bemerkenswerten Erfolg geblieben, vielleicht weil die Temperaturen in den Gruben verhältnismäßig niedrig, und daher für die Entwicklung des Warmmilchsäurebacillus nicht günstig waren.

Vogel (Leipzig).

Urban, K., Einrichtung zum Züchten von Milchsäurebakterien zum Impfen von Rübenschnitzeln. (Zeitschr. f. Zuckind. in Böhmen. Bd. 39. 1914. S. 20—33, mit 1 Abb.)

Der Apparat wird beschrieben und abgebildet. Genaue Angaben über die Führung der Mutterkultur sowie über die Herstellung und Verwendung der Impfbrühe sind beigefügt. Bei einer täglichen Verarbeitung von 10 000 dz Rüben sind ca. 6500 dz Schnitzel zu impfen; hierfür werden rund 600 l Kultur verwendet. Die Gesamtkosten der Impfung belaufen sich auf 0,2 Heller pro dz Rüben = 0,3 Heller pro dz Schnitzel. Die geimpften Schnitzel haben weniger Gesamtazidität, aber relativ mehr Milchsäure. Folgende Daten werden u. a. hierfür beigebracht:

	Schnitzel nicht geimpft		Schnitzel geimpft	
	3 Monate	6 Monate	3 Monate	6 Monate
	aufbewahrt		aufbewahrt	
Gesamt-Azidität (ccm Normal-Lauge)	10,3	32,8	3,8	6,0
% flüchtige Säuren	53,4	92,9	28,9	35,0

Löhnis (Washington).

Zscheyge, Liegen neue Erfahrungen über die Haltbarkeit mit Reinkulturen eingesäuerter Schnitzel vor? (Zeitschr. d. Ver. d. deutsch. Zuckerind. 1914. p. 668—671.)

Von Herzfeld aus Sauerkohl isolierte Bakterien bewährten sich als Impfstoff recht gut. Doch beliefen sich die Verluste immer noch auf 24 Proz., während sie allerdings in den ungeimpften Schnitzeln 32 Proz. ausmachten. Qualitativ waren aber die geimpften Rückstände bedeutend überlegen. Zur Vermehrung der Kultur wird die Verwendung invertierter Melasselösung empfohlen. Die Impfung sollte stets in der Zuckerfabrik selbst ausgeführt werden. Löhnis (Washington).

Stutzer, A., Untersuchungen über die Wirkung gewisser Arten von Milchsäurebakterien auf Eiweiß und andere Stickstoffverbindungen. (Biochem. Zeitschr. Bd. 70. 1915. S. 299.)

Eine beliebte Methode zur Konservierung von Futtermitteln besteht in der Einstampfung in geschlossenen Gruben. Es kommt dabei zur Bildung von Säure, die Fäulnisprozesse und damit eine Zerstörung von Eiweißsubstanzen hintanhält.

Um diese Gärung einzuleiten, würde sich empfehlen, das Futter mit Milchsäurebakterien zu beimpfen. Verf. stellte in dieser Richtung Versuche mit Kaltmilchsäurebazillen (Bac. cucumeris fermentati) an. Es ergab sich, daß diese Bazillen schnell Säure bildeten und eine Zersetzung von Eiweiß nicht bewirkten. Dagegen fielen Versuche, ob die Bazillen aus einfacheren Stickstoffverbindungen Eiweiß aufzubauen vermögen, so gut wie negativ aus. Der Eiweißgehalt des Futters läßt sich also auf diesem Wege in praktisch nutzbarer Weise nicht erhöhen. Kurt Meyer (Berlin).

Burri, R., Zum Wiederaufleben der Preßfutterfrage. (Schweiz. Milchzeitg. 1917. Nr. 18.)

Die für die große Praxis bestimmte Schrift beleuchtet grundsätzliche Fragen, die vor der allgemeinen Verbreitung eines neuen Verfahrens der Grünfutterkonservierung beantwortet werden müssen. Das fragliche Verfahren ist patentiert und im Besitze der „Herba A.-G., Rapperswil. Schweizerische Unternehmung für Konservierung von Süßgrünfutter nach Verfahren von Sonderegger und Messmer“.

Kürsteiner (Liebefeld-Bern).

Ahr u. Mayr, Chr., Die Verluste bei der Dürrheubereitung und die Sauerfutterherstellung. (Fühlings landw. Zeitg. 1917. S. 185—211.)

Durch Versuche, die sich eng an die Verhältnisse der Praxis anlehnen, haben Verff. festgestellt, daß sowohl bei Bodentrocknung, als auch bei Trocknen auf Heinzen usw. beträchtliche Verluste an Trockensubstanz stattfinden, die bei ersterer zwischen 9 und 17 Proz., bei letzterer zwischen 7 und 27 Proz. schwankten, je nach Witterungsverhältnissen. Diese machten sich besonders bei der Heinzentrocknung bemerkbar. Sehr bemerkbare Unterschiede ergaben auch verschiedene Düngungen, was seinen Grund in der verschieden ausgebildeten Pflanzendecke haben mag. Zur Verminderung von Verlusten empfehlen Verff. Einsäuerung. Rippel (Breslau).

Völtz, Regeln für die Sauerfutterbereitung. (Illustr. landw. Zeitg. 1917. Nr. 79/80.)

Verf. gibt Ratschläge für die Anlage von wasserundurchlässigen Gruben zur Einsäuerung saftreicher Futtermittel. Die Sicherheit des Erfolges wird durch Reinkultursäuerung erhöht. Die eintretenden Nährstoffverluste waren für gewöhnlich bei Anwendung von Reinkulturen geringer als bei der sogenannten Wildsäuerung. Bei der Einsäuerung nahezu steriler Futterstoffe, wie z. B. der Schlempe, ist die Zufuhr von Milchsäurebakterien in Reinkultur nahezu unerläßlich.

Die Heuwerbung wird häufig durch ungünstige Witterungsverhältnisse sehr erschwert; die Sauerfutterbereitung bleibt hiervon jedoch unbeeinflußt und bietet die Möglichkeit, große Futtermengen mit einem hohen Gehalt an verdaulichem Rohprotëin und leicht resorbierbaren, stickstoffreien Nährstoffen zu konservieren.

Die Silotürme zeigen gegenüber den Säuerungsgruben gewisse Nachteile; Verf. gibt daher den letzteren unbedingt den Vorzug.

Bei der Einsäuerung in Erdgruben hat man mit großen Verlusten an verdaulichen Nährstoffen durch Versickerung zu rechnen. Jeder landwirtschaftliche Betrieb sollte daher mit der erforderlichen Anzahl von wasserundurchlässigen Gruben ausgestattet sein; große Mengen wertvoller Nährstoffe ließen sich dann erhalten. Vogel (Leipzig).

Burri, R., Über Versuche betreffend die bakteriologische und milchwirtschaftliche Seite der Süßgrünfutterfrage. (Schweiz. Milchzeitg. Jahrg. 44. 1918. Nr. 38, 39.)

Die Ergebnisse der Versuche zur Abklärung der Frage nach der Beteiligung von Bakterien bei der Entstehung des Süßgrünfutters werden folgendermaßen zusammengefaßt:

1. Frisches, noch im Zustand der Selbsterhitzung befindliches Silofutter ist im allgemeinen sehr bakterienreich. Es besteht aber kein zwingender Grund für die Annahme, daß diese Bakterien für das Zustandekommen der gewünschten Schichttemperaturen von annähernd 50° C notwendig sind. Die genannten Temperaturen entstehen wahrscheinlich allein auf Grund der Pflanzenatmung, während bei weiterer Temperatursteigerung die Bakterien eingreifen und als Wärmequelle die Atmung der Pflanzenzellen nach und nach ersetzen.

2. Fertiges, abgekaltetes Silofutter hat durchschnittlich einen mäßig hohen Keimgehalt, der sich vorwiegend aus Vertretern der sogenannten Heu- und Kartoffelbazillen zusammensetzt. Diese selbst sind im allgemeinen als harmlos zu betrachten und übrigens in jedem beliebigen Futtermittel zu finden. Aber auch andere, mit Recht als Schädlinge betrachtete Arten, z. B. die aus Zucker Gas bildenden sogenannten Blähungserreger, sind im Silofutter nicht so regelmäßig und in solcher Zahl vorhanden, daß man dieses seiner bakteriologischen Beschaffenheit wegen als Mittel zur Erzeugung von Milch, und sei es auch für Käsereizwecke, grundsätzlich ablehnen müßte.

Die Resultate der Versuche über den Einfluß des Süßgrünfutters auf die Beschaffenheit der Milch und Milchprodukte lauten:

1. Der Nährstoffgehalt der Milch wird durch Fütterung der Kühe mit Süßgrünfutter nicht ungünstig beeinflußt, hingegen nimmt die Milch mitunter einen eigentümlichen Geschmack und Geruch an, der zu Beanstandungen von seiten der Konsumenten führen kann. Bei Verwendung nur tadellosen Süßgrünfutters dürfte aber dieser Übelstand auf ein Mindestmaß beschränkt werden können.

2. Obwohl die Süßgrünfuttermilch bei der in üblicher Weise ausgeführten Prüfung auf Käsereitauglichkeit sich nicht anders verhält als gewöhnliche Milch, muß sie doch als käsereiuntauglich erklärt werden. In 3 Käsereien vorgenommene Versuche, wobei zusammen über 100 Käse vom Emmentalertypus unter Verwendung eines mehr oder weniger hohen Prozentsatzes von Süßgrünfuttermilch hergestellt wurden, haben durch den schlechten Ausfall des Produktes unzweideutig bewiesen, daß eine ordentliche Fabrikation unmöglich ist, auch wenn die Süßgrünfuttermilch nur einen geringen Prozentsatz der Gesamtmilch beträgt. Kürsteiner (Bern-Liebefeld).

Kirchner, E., Maßnahmen gegen Selbstentzündung von frischem Heu. (Illustr. landw. Zeitg. 1916. Nr. 50.)

Infolge der feuchten und kühlen Witterung dieses Vorsommers wird das eingebrachte Heu vielfach zu einer weitgehenden Selbsterhitzung neigen. In solchen Fällen sollte dem lagernden Heu die Möglichkeit weitgehender Abkühlung geboten werden. Unter Umständen sind daher in bestimmter, einfach auszuführender Weise „Luftschächte“ in den Heumassen herzustellen, und auch das Zwischenstreuen von Viehsalz kann zuweilen gute Dienste leisten. Vogel (Leipzig).

Zimmermann, H., Selbsterhitzung und Selbstentzündung von Hafer (1913). (Landw. Ann. d. Mecklenb. Patriot. Ver. 1914. S. 1—10.)

In der Mehrzahl der Bezirke von Mecklenburg, namentlich auf leichten Stellen, wurde der Hafer infolge der langandauernden Dürreperiode (1913) stark in der Entwicklung gehemmt. An manchen Orten begann das Korn schon auszufallen, während der Halm noch nicht die völlige Reife erreicht hatte. Es nahm der Haferhalm oft eine hellrote bis rote Farbe infolge Bildung von rotem Zellsaft (Anthokyan) an, wohl infolge einer zu intensiven Lichtbestrahlung. Stellenweise wurden infolge kurzer Niederschläge im Juni neue Rispen gebildet, die bis zur Ernte nicht ausreiften, desgleichen auch Mitte August. Infolge dieses Nachwuchses wurde der Hafer oft zu frisch eingefahren. die Haferbestände schwitzten später in den Scheunen stark. Es bildeten sich Wasserschwaden und infolge Atmung der noch frischen Pfanzenteile bei unterdrückter Luftzufuhr und infolge von Gärungsvorgängen kam es später oft innerhalb der Hafermengen zu gesteigerter Wärmeentwicklung und zur Selbsterhitzung des Hafers. An der Oberfläche der Hafervorräte grüne Partien, an den Halmknoten Schimmelpilze, im Innern starke Verkohlung. Temperaturen von 76° C maß Verf. Die Selbstentzündung hatte Scheunenbrände zur Folge, Ende November bis Januar aber erst, daher eine lange Zwischenzeit. Infolge der Erhitzungsvorgänge wird das Haferkorn in den Spelzen bräunlich gefärbt, es läßt sich zwischen den Fingern zermürben oder wird brüchig; oft schmeckt es bitter. Bei der Verkohlung der Halme entwickelt sich ein empyreumatischer süßlicher, mitunter etwas stechend säuerlicher Geruch, der an frischgebackenes Brot oder schwachen Tabak erinnert. Der Landmann nennt ihn „sengig“. Dieser Geruch dürfte auf Stoffe zurückzuführen sein, die sich bei der einer trockenen Destillation vergleichbaren langsamen Verkohlung bilden. — Die Keimfähigkeit der Samen sank bedeutend (höchstens 20 % waren brauchbar); der Strohpreis sank; die Verfütterung an das Vieh ergab keine gesundheitsschädliche Wirkung, da die höhere Temperatur die Mikroben tötete. Hafer bei Beginn der Selbsterhitzung wurde infolge der reichen Bildung von Schimmelpilzen und Bakterien nicht gern vom Vieh genommen. — Gegenmaßregeln: Sie sind im allgemeinen die gleichen wie die zur Verhütung der Selbstentzündung von Heu und Klee. Der Zutritt von Wind und Sturm ist bei den im Freien liegenden Haufen sorgfältig zu vermeiden; der Hafer ist klein einzurichten, da mit der Höhe der Haufen auch die Temperatursteigerung eine stärkere ist. Das gleiche gilt bei der Lagerung des Hafers in der Scheune, dazu aber ein breites mehrfaches Durchschneiden, oder gar ein Ausräumen des betreffenden Scheunenfaches. Vorkehrungen zum Löschen haben rechtzeitig zu erfolgen. Es macht noch der Verf. auf die von Medem, Boekhout und de Vries früher schon mitgeteilten Schutzmittel und Maßnahmen aufmerksam. Matouschek (Wien).

Masterman, A. T., u. Schneider, M., Sterilisation lebender Miesmuscheln. (Die Umschau. 21. 1917. S. 135.)

Bevor die Miesmuschel in den Handel kommt, hat die Board of Agriculture and Fisheries, Conway, folgende Maßregel getroffen:

In einem hochgelegenen Behälter wird Flußwasser gepumpt (4000 hl), das nach Klärung in einen tiefer gelegenen Behälter geleitet wird, wobei eine genügende Menge von unterchlorigsaurem Natron beigefügt wird, um ein Verhältnis von 3 per Million zu erzielen. Die Sterilisation des Wassers erfolgt in der Nacht. Die gereinigten Muscheln kommen in Behälter, in welche man das so sterilisierte Wasser ableitet. Der Überschuß an unterchlorigsaurem Salz wird durch Hinzufügen von Na-Thiosulfat entfernt. Nur 1 Nacht bleiben die Tiere in dem Wasser, worauf tüchtig abgespült wird. Nach nochmaligem Verbleiben in dem sterilisierten Wasser erfolgt die Verpackung.

Matouschek (Wien).

Kürsteiner, J., Ist die Milch aus Ställen, in welchen den Kühen konserviertes Gras, sogenanntes Süßgrünfutter, verabreicht wird, für die Herstellung von Emmentaler Käse tauglich? (Schweiz. Milchzeitg. Jahrg. 44. 1918. Nr. 57, 59, 61.)

Eingehende Darstellung der in vorstehender Mitteilung von R. Burri erwähnten, diese Frage betreffenden Versuchsergebnisse. Neu: Isolierung eines anaëroben, gasbildenden Buttersäurebazillus aus den geblähten Süßgrünfuttermilch-Versuchskäsen. Autoreferat (Liebefeld-Bern).

Cooledge, L. H., Agglutination test as a means of studying the presence of Bacterium abortus in milk. (Journ. agric. Res. Vol. V. 1916. p. 871—875.)

Die Beimpfung der Milchzisterne des Kuheuters mit Reinkulturen von Bacterium abortus Bang verursacht das Erscheinen von Agglutininen in der Milch. In allen Fällen, in welchen nach Impfung des Tieres Bact. abortus in der Milch gefunden wurde, konnten auch die Agglutinine für diesen Organismus nachgewiesen werden, indessen war das Bacterium nicht immer nachweisbar, wenn die Agglutinine demonstriert werden konnten. W. Herter (Berlin-Steglitz).

Euler, H., u. Svanberg, O., Über die Einwirkung von Natriumphosphat auf die Milchsäuregärung. (Zeitschr. f. physiolog. Chem. Bd. 100. S. 148—158.)

Um die Frage nach der zeitlichen Entstehung des Zymophosphats (Kohlehydratphosphorsäureester) als Zwischenprodukt bei der alkoholischen Gärung zu beantworten, arbeiteten Verff. mit Milchsäurebakterien — Bact. casei E. —, um von diesem Vorgang aus einen Rückschluß auf die ersten Stadien der Zuckerspaltung bei der alkoholischen Gärung, bei der ja bekanntlich Milchsäure als Zwischenprodukt vermutet wird, zu erhalten. Es konnten aber keine, für eine Bindung der Phosphorsäure sprechenden Ergebnisse erhalten werden; die Versuche sollen mit reichlicherem Material des Gärungserregers fortgesetzt werden. Doch konnte festgestellt werden, daß Alkaliphosphat in saurer Lösung die Milchsäuregärung dieses Organismus beschleunigt, in alkalischer verzögert. Rippel (Breslau).

Patzschke, W., Über die Widerstandsfähigkeit von Bakterien gegenüber hohen Temperaturen und das Lobecksche Milch-Biorisierungsverfahren. (Zeitschr. f. Hyg. Bd. 81. S. 227 ff.)

Im ersten Teile wird über die Biorisationsbehandlung der Milch und im zweiten über Abtötungsversuche im Wasserbade berichtet. Zunächst wird die Wichtigkeit der Herstellung einer Milch hervorgehoben, welche die zum Verkaufe gelangende Rohmilch einerseits an Haltbarkeit übertrifft, und andererseits das Freisein von pathogenen Keimen garantiert. Die allbekannte und vielfache Anwendung der verschiedenen Hitzegrade, deren Höhe und Andauer werden bezüglich der Keimvernichtung und auch in ihrer schädlichen Beeinflussung der biochemischen, wichtigen Ernährungsbestandteile kurz angeführt. Auch wird erwähnt, daß im Leipziger Hygienischen Institut kurz vor Kriegsbeginn Pasteurisierungsversuche der Milch begonnen hatten, die aber nicht zum Abschlusse gelangen konnten. Dagegen konnten Versuche mit Lobecks Biorisator ausgeführt werden, bei welchen die von Heryng gemachten Erfahrungen zugrunde gelegt wurden; er hatte gefunden, daß bei einer mehrere Sekunden dauernden Zerstäubung der Milch bei 75° C die meisten pathogenen Keime abgetötet wurden unter gleichzeitiger Erhaltung der ernährungswichtigen Enzyme. Vor der Besprechung der Resultate der Biorisation wird ein derartiger Versuch mit Colibazillen erwähnt, bei welchem mit einer konzentrierten und einer verdünnten Aufschwemmung bei 60 und 75° gearbeitet wurde. Bei ersterer wurden die Colikeime von 3 großen besäten Agarplatten = 1,7 g Bakterien in 5 l Wasser verteilt, so daß 1 ccm 272 Millionen Keime enthielt. Auf den konzentrierten Platten von 70 und 75° war nach 24—48 Stunden nichts gewachsen; bei den Platten von 65° Entnahme fanden sich auf denselben 24131 Keime, bei denjenigen von 60° waren sie unzählbar. Ähnlich war das Resultat bei Verwendung verdünnter Lösungen. Aus einem anderen Versuche ließ sich eine gewisse abtötende Kraft schon bei 55° durch die Biorisation feststellen, während 50° die gleichen Zahlen ergab wie die Kontrolle. — Bei der folgenden Milchbiorisation bei 75° wurde besonderer Wert auf Feststellung der Keimzahl vor und nach dem Verfahren, auf Geschmacksänderung, Schädigung der Fermente, Säurebestimmung usw. und auf Feststellung und Verhalten der das Verfahren überstehenden Bakterienarten gelegt. 4 Versuche zeigten auf den gewachsenen Agarplatten, nach 24 Stunden, daß ungefähr der 1000. bis 10 000. Teil der Bakterien zugrunde geht. Die Enzymprüfung dagegen ergab nach Feststellung der Einzelheiten, daß keine wesentliche Schädigung eintritt; ebensowenig leidet der Geschmack, der sich nur ganz unwesentlich von demjenigen der Rohmilch unterscheidet, nur schmeckte die biorisierte Milch infolge Kohlensäure- und Aromaverlustes etwas dünner. Bei Zimmertemperatur aber tritt nach 48 Stunden ein kratziger und unangenehmer Geschmack ein, während nach nur 24 Stunden keine Änderung bemerkbar ist; bei Kellertemperatur aber bleibt der Geschmack bis zu 72 Stunden gut, dann jedoch folgt unangenehme Änderung. Es folgen dann noch sehr eingehende Untersuchungen bei vollsten Maßregeln sterilen Arbeitens, und die mikroskopischen Untersuchungen der Bakterienflora zeitigten sehr interessante Ergebnisse (siehe Tabellen S. 233 u. 234); am meisten fanden sich bei biorisierter Milch Streptokokken und Heubazillen.

Im zweiten Teile folgen die Abtötungsversuche von Bakterien im Wasserbade. Die sehr vielseitig geführten Untersuchungen, bei welchen auch frühere

Beobachtungen über Vernichtung von B. coli, Typhus, Cholera usw. bei 75° bestätigt wurden, förderten in Verbindung mit Tierversuchen neue Tatsachen. Bezüglich des sehr wichtigen Verhaltens des Tuberkelbazillus sei die Ausführung folgender Einzelheiten gestattet:

Bei 70,5° nicht vollständig, aber teilweise abgetötet,
„ 70,10° sicher zum allergrößten Teil abgetötet, Sektion negativ, Tuberkulinreaktion schwach positiv,
„ 75,5 und 75,10° abgetötet,
„ 80,5 und 80,10° abgetötet.

Aus den zusammengestellten Schlußfolgerungen sei hervorgehoben, daß die bisher am Biorisator mit Milch gemachten Versuche bestätigt werden konnten, daß die Haltbarkeit der biorisierten Milch erheblich steigt, der Geschmack fast nicht geändert ist und die Fermente nicht geschädigt werden. Erhalten bleibt in der bei 75° biorisierten Milch außer Heubazillensporen ein hitzebeständiger Milchstreptokokkenstamm = Streptococcus lactic. thermophil., welcher in jeder Milch vorhanden zu sein scheint. Nur bei niedriger oder mittlerer Temperatur behält gut biorisierte Milch ihre gute Beschaffenheit, aber nur eine gewisse Zeit, bis die Entwicklung der Heubazillen einen kratzigen und bitteren Geschmack hervorruft. Durch eine 4—6stündige Aufstellung bei 44° können die hitzebeständigen Streptokokken angereichert und hierdurch Verbesserung des Geschmackes herbeigeführt werden. Große Mengen von Colibazillen, die der Milch beigemengt sind, werden durch die Biorisation abgetötet und da diese widerstandsfähiger sind als die in der Milch vorkommenden Krankheitserreger, so ist auch die Vernichtung der letzteren sicher. Wasserbadversuche haben bewiesen, daß die Abtötung der Bakterien durch die Hitzewirkung erklärt wird. Sie zeigten, daß sämtliche geprüfte Krankheitserreger, einschließlich der Tuberkelbazillen und Colibazillen, bei 75° spätestens in 5 Sekunden abgetötet werden; der in jeder Milch sich findende Streptococcus lactic. verlangt dagegen bei 75° 3 Minuten. Da er ferner eine Erhitzung bei 85° 10 Sekunden lang überdauert, so ist ihm durch dieses Verfahren nicht beizukommen. Am widerstandsfähigsten ist Staphylococcus aureus, am geringsten der Cholerabazillus. Eine auf Schlußseite 255 beigefügte Tabelle über die Widerstandsfähigkeit bei verschiedenen Temperaturen gibt die Bakterienarten und die Einzelheiten an. Rullmann (München).

Euler, H., Untersuchungen über die chemische Zusammensetzung und Bildung der Enzyme. XIII. (Vorläufige Mitt.) Über die Änderungen des Enzymgehaltes in Kefirkörnern und in Bact. lactis acidi. (Zeitschr. f. physiolog. Chem. Bd. 100. S. 59—68.)

Kefirkörner ergaben in Molke als Kulturmedium eine sich immer weiter steigernde CO_2-Produktion, wenn sie nach kurzem Aufenthalt immer wieder in frische Nährlösung übertragen wurden. Längeres als 2stündiges Verweilen in derselben Lösung setzte die Gärung jedoch bereits bedeutend herab. Die Gegenwart von Phosphat erwies sich als nicht unbedingt notwendig, wirkt aber vermutlich günstig.

Bei Bact. lactis acidi konnte durch Vorbehandlung mit saurem Phosphat CO_2-Entwicklung hervorgerufen werden, während ohne Phosphat nur Milchsäure gebildet wurde. Jedoch kann, worauf Ref. hinweisen möchte, in diesem Falle nicht von einer Vorbehandlung die Rede sein, da die endgültige

Bestimmung der Gärungsprodukte ebenfalls in den Differenzlösungen mit oder ohne Phosphat ausgeführt wurde, was natürlich in einer einheitlichen Lösung geschehen müßte. Rippel (Breslau).

Burri, R., u. Staub, W., Beitrag zur Kenntnis der Bakterien vom Typus des Bacterium casei delta v. Freudenreich. (Verhandl. d. Schweiz. naturforsch. Gesellsch. 99. Jahresversamml. 1917.) Aarau. Sauerländer. 1917.

Vorläufige Mitteilung einer in diesem Centralbl. Ab. II demnächst erscheinenden Arbeit. Kürsteiner (Liebefeld-Bern).

Kürsteiner, J., Erfahrungen bei der Herstellung und Verwendung der vom Käser selbst gezüchteten Milchsäurebakterienkultur (Käsereikultur) im Jahre 1917. Dritter Bericht. (Schweiz. Milchzeitg. Jahrg. 44. 1918. Nr. 40, 41, 43.)

Die bisherigen guten Erfahrungen werden in vollem Umfange bestätigt. Die Zahl der Betriebe, in welchen die kontrollierte Milchsäurebakterienkultur gezüchtet wird, ist auf 154 gestiegen.
Autoreferat (Liebefeld-Bern).

Inhalt.

Zusammenfassende Übersichten.

Stift, A., Über im Jahre 1916 veröffentlichte bemerkenswerte Arbeiten und Mitteilungen auf dem Gebiete der tierischen und pflanzlichen Feinde der Zuckerrübe, S. 257.

Referate.

Abderhalden, E., Die Verwendung der Gewichtszu- und -abnahme bei automatisch registrierender Wage zu Studien über Fermentwirkungen, bei denen Gewichtsveränderungen durch Aufnahme oder Abgabe von Gasen eintreten. 1. Mitt., S. 315.
—, Versuche über das Verhalten von Hefe gegenüber verschiedenen Zuckerarten in verschiedener Konzentration und über die Beeinflussung der Gärung durch Zusatz von Aminosäuren. 2. Mitt., S. 315.
—, u. **Fodor, A.**, Forschungen über Fermentwirkung. 1. Mitt. Studien über den fermentativen Abbau von Polypeptiden, S. 287.
Ahr u. **Mayr, Chr.**, Die Verluste bei der Dürrheubereitung und die Sauerfutterherstellung, S. 343.
Bach, A., Kommt Peroxydase in Hefen vor? S. 313.
Bau, Arminius, Einige Bemerkungen über die Hefen-Carboxylase mit besonderer Berücksichtigung ihrer Haltbarkeit in Trockenhefen im Vergleiche zu anderen Hefeenzymen, S. 300.
Beauverie, J., Quelques propriétés des ascospores de levures. Technique pour leur différenciation, p. 323.
Beijerinck, M. D., De enzymtheorie der erfelijkheid, S. 319.
—, The enzyme theorie of heredity, S. 319.
Benz, G., Über fadenziehendes Brot, S. 337.
Bericht über die Tätigkeit der landwirtschaftlich-chemischen Landes-Versuchs- und Samenkontrollstation in Graz im Jahre 1914, S. 273.
Biedermann, W., Fermentstudien. 1. Mitt. Das Speichelferment, S. 290.
—, Fermentstudien. 2. Mitt. Die Autolyse der Stärke, S. 291.
Boas, F., Die Wirkung der Arsensalze auf Hefe, S. 300.
Bodnár, J., Abgeänderte Wohlgemuthsche Methode zur Bestimmung der Aktivität der Amylase bei Gegenwart von Alkaloiden, S. 284.
—, Die Zymase und Karboxylase in den Speicherungsorganen der Kartoffel und Zuckerrübe. [Magyarisch], S. 288.
Bokorny, Th., Beitrag zur Kenntnis der chemischen Natur einiger Enzyme, S. 276.
—, Fett in der Hefe, S. 339.
—, Neues über Gärung. Neue Dauerhefen, S. 315.
—, Noch einige Mitteilungen über Hefe, S. 338.
—, Versuche über Glyzerinernährung der Hefe, S. 339.
—, Versuche über Trockensubstanzvermehrung der Hefe in Zuckerlösungen unter Anwendung von Harn als Stickstoffnahrung, S. 302.
—, Weitere Versuche über die Trockensubstanzvermehrung der Hefe unter An-

wendung von Harnstoff als Stickstoffquelle, S. 305.

Bokorny, Th., Zur Kenntnis der physiologischen Fähigkeiten der Algengattung Spirogyra und einiger anderer Algen, S. 321.

Bonzowski, Jv., Gibt es eine Mutation bei den Hefen? S. 293.

Bredemann, G., Über die quantitative Bestimmung der Brandsporen in Kleien, S. 335.

Bruderlein, Jean, Contribution à l'étude de la panification et à la mycologie du maïs, S. 338.

Buchner, Eduard, u. **Reischle, Ferdinand,** Auswaschen von Invertase und Maltose aus Aceton-Dauerhefe, S. 287.

—, u. **Skraup, S.,** Ist die Enzymtheorie der Gärung einzuschränken? S. 296.

Buchwald, J., Kriegsmüllerei und -bäckerei, S. 330.

Burri, R., Über Versuche betreffend die bakteriologische und milchwirtschaftliche Seite der Süßgrünfutterfrage, S. 344.

—, Zum Wiederaufleben der Preßfutterfrage, S. 343.

—, u. **Staub, W.,** Beitrag zur Kenntnis der Bakterien vom Typus des Bacterium casei delta v. Freudenreich, S. 349.

Chapman, A. Ch., Note on the colouring matter of red Torulae, S. 319.

Cooledge, L. H., Agglutination test as a means of studying the presence of Bacterium abortus in milk, S. 346.

Court, Dorothy, Enzymatic peptolysis in germinating seeds, S. 287.

Crabill, C. H., and **Reed, H. S.,** Convenient methods for demonstrating the biochemical activitiy of micro-organisms, with special reference to the production and activity of enzymes, S. 283.

Czadek, Fadenziehendes Brot, S. 338.

Dixon, H. H., and **Atkins, W. R. G.,** The extraction of zymase by means of liquid air, S. 288.

Doby, G., Die Invertase des Kartoffelkrautes. [Magyarisch], S. 286.

Durandard, La présure du Rhizopus nigricans, S. 290.

Ehrlich, Felix, Über den Nachweis von Tyrosol und Tryptophol in verschiedenen Gärprodukten, S. 314.

Ellenberger, W., Zur Frage der Zelluloseverdauung, S. 291.

Euler, H., Über die alkoholische Gärung bei verschiedenen OH_1-Konzentrationen, S. 297.

—, Untersuchungen über die chemische Zusammensetzung und Bildung der Enzyme. XIII. (Vorläufige Mitt.) Über die Änderungen des Enzymgehaltes in Kefirkörnern und in Bact. lactic acidi, S. 348.

Euler, H. u. **B.,** Giftwirkung auf Enzyme in der lebenden Zelle, S. 284.

—, u. **Lindner, P.,** Chemie der Hefe und der alkoholischen Gärung, S. 296.

—, u. **Löwenhamm, E.,** Untersuchungen über die chemische Zusammensetzung und Bildung der Enzyme. XII. Mitt., S. 284.

—, **Ohlsén, Hj.,** u. **Johansson, D.,** Über Zwischenreaktionen bei der alkoholischen Gärung, S. 299.

—, u. **Svanberg, O.,** Über die Einwirkung von Natriumphosphat auf die Milchsäuregärung, S. 346.

—, —, **Hallberg, G.,** u. **Brandting, K.,** Zur Kenntnis der Zymophosphatbildung bei der alkoholischen Gärung, S. 316.

—, u. **Tholin, T.,** Über die Phosphatwirkung auf die alkoholische Gärung bei verschiedenen OH-Konzentrationen, S. 298.

Färber, E., Zur Frage der Oxydationswirkungen von Hefen, S. 297.

Fernbach et **Schoen,** Novuelles observations sur la production de l'acide pyruvique par la levure, S. 314.

Fosse, R., Présence simultanée de l'urée et de l'uréase dans le même végétal, S. 288.

Füger, A., Bericht über die Tätigkeit der k. k. landwirtschaftlichen Lehr- und Versuchsanstalt in Spalato im Jahre 1915, S. 274.

—, Bericht über die Tätigkeit der k. k. landwirtschaftlichen Lehr- und Versuchsanstalt in Spalato im Jahre 1916, S. 275.

Gast, W., Quantitative Untersuchungen über den Kohlehydratstoffwechsel im Laubblatt, S. 292.

Gaugusch, J., Die Mehlfeinde, S. 334.

Guilliermond, A., Monographie des levures rapportées d'Afrique occidentale par la Mission Chevalier, S. 293.

Guyot, Henry, Le Gentiana lutea L. et sa fermentation, S. 327.

Hägglund, E., Über den Einfluß des elektrischen Wechselstromes auf die Gärung der lebenden Hefe, S. 295.

—, Über die gärungshemmende Wirkung der Wasserstoffionen, S. 314.

Harden, Arthur and **Norris, Roland V.,** The enzymes of washed zymin and dried yeast. II. Reductase, S. 315.

—, und **Zilva, S. S.,** The enzymes of washed zymin and dried yeast. III. Peroxydase, Catalase, Invertase und Maltase, S. 316.

Hasterlik, Alfred, Kämpfe im Getreidespeicher, S. 333.

Heinze, B., Die Fettbildung durch niedere pflanzliche Organismen und ihre gewerbliche Verwertung, S. 301.

Heinze, B., Einiges über die Massengewinnung von Hefe als sog. Mineralhefe und ihre volkswirtschaftliche Bedeutung als Nahrungs- und Futtermittel. S. 316.
Heise, R., Über die Einwirkung von Ozon auf Mikroorganismen und künstliche Nährsubstrate, als Beitrag zur Kenntnis der Ozonwirkung in Fleischkühlhallen, S. 328.
Henneberg, W., Kohlrübensauerkraut, S. 340.
Herwerden, M. A. von, Über die Natur und die Bedeutung von Volutin in den Hefezellen, S. 320.
Hoffmann, J. F., Die Vertilgung des Kornkäfers, S. 332.
Huss, H., Brandpilzhaltiges Weizenmehl. [Schwedisch], S. 335.
Jablonowski, József, 38 Jahre aus dem Leben der kgl. ungar. Entomolog. Station. [Magyarisch], S. 275.
Keller, Fr., Quantitative Untersuchungen über enzymatische Wirkungen der Reiskleie, S. 289.
Kirchner, E., Maßnahmen gegen Selbstentzündung von frischem Heu, S. 345.
Klein, W., Über die Bestimmung des Alkoholgehaltes gärender Flüssigkeiten durch Messung ihrer Oberflächenspannung, S. 323.
Klöcker, Alb., Recherches sur les organismes de fermentation. III. Observations relatives à la conservation d'organismes de fermentation dans des milieux nutritifs, S. 299.
Kondelka u. Zikes, Beitrag zur Bestimmung des Endvergärungsgrades in Bier und Würze, S. 324.
Kornauth, K., Bericht über die Tätigkeit der k. k. landwirtschaftlich-bakteriologischen und Pflanzenschutzstation im Jahre 1916, S. 269.
Kossowicz, Alex., Die Sterilisation der Fleischkonserven und die Betriebskontrolle in den Fleischkonservenfabriken, S. 329.
Kühl, Hugo, Dextriniertes Brot, S. 336.
Kürsteiner, J., Erfahrungen bei der Herstellung und Verwendung der vom Käser selbst gezüchteten Milchsäurebakterienkultur (Kasereikultur) im Jahre 1917. Dritter Bericht, S. 349.
—, Ist die Milch aus Ställen, in welchen den Kühen konserviertes Gras, sogenanntes Süßgrünfutter, verabreicht wird, für die Herstellung von Emmentaler Käse tauglich? S. 346.
Kugl, Jos., Brotfehler und ihre Ursachen, S. 337.
Kurono, K., Über die Bedeutung des Oryzamins für die Ernährung der Gärungsorganismen, S. 313.
Lemcke, Alfred, Der schwarze Kornwurm, Kornkrebs oder Klander, S. 334.
Lichtenstein, Stefanie, Über die Differenzierung einzelner Hefearten mit Hilfe spezifischer Agglutine, S. 292.
Macrinov, J. A., Sur un noveau microorganisme provoquant la fermentation de l'amidon et des substances pectiques, S. 285.
Martell, P., Mehl- und Getreideschädlinge, S. 330.
Mastermann, A. T., u. **Schneider, M.,** Sterilisation lebender Miesmuscheln, S. 346.
Meissner, Richard, Über die Lebensdauer der in einer 10proz. Saccharoselösung konservierten künstlichen Weinhefekulturen, S. 326.
Meyer, D., Ein Einsäuerungsversuch mit Rübenschnitzeln unter Verwendung von Milchsäurebakterien, S. 342.
Molliard, Rôle catalytique du nitrate de potassium dans la fermentation alcoolique producte par le Sterigmatocystis nigra, S. 318.
Moufang, E., u. **Mayer, A.,** Zur Kenntnis eines aus der Bierhefe hergestellten neuen Körpers „Testilupin", S. 320.
Neger, F. W., Die Verderbnis der Eier, ihre Ursachen und Erkennung, S. 340.
Neuberg, Carl, Über eine allgemeine Beziehung der Aldehyde zur alkoholischen Gärung nebst Bemerkung über das Koferment der Hefe, S. 320.
—, u. **Färber, Eduard,** Über das Vorkommen emulsinartiger, von den Hefezellen abtrennbarer Fermente in den untergärigen Hefen sowie das Fehlen von Myrosin in Berliner Ober- und Unterhefen, S. 296.
—, —, Über den Verlauf der alkoholischen Gärung in alkalischen Lösungen, S. 298.
—, —, **Levite, Adam,** u. **Schwenk, Erwin,** Über die Hexosediphosphorsäure, ihre Zusammensetzung und die Frage ihrer Rolle bei der alkoholischen Gärung sowie über das Verhalten der Dreikohlenstoffzucker zu Hefen, S. 311.
—, u. **Schwenk, Erwin,** Veränderungen im Alkohol- und Aldehydgehalt von Hefen bei der Aufbewahrung und bei der Autolyse, S. 317.
Patzschke, W., Über die Widerstandsfähigkeit von Bakterien gegenüber hohen Temperaturen und das Lobecksche Milch-Biorisierungsverfahren, S. 347.
Perotti, R., Beitrag zur Kenntnis der Physiologie des Mycoderma vini, S. 327.
—, u. **Cristofoletti, U.,** Bedeutung der Buttersäuregärung für die Brotbereitung in der Provinz Rom, S. 336.
Pringsheim, Hans, u. **Lichtenstein, Stefanie,** Über kristallisierte Dextrine aus Glykogen, S. 285.
Programm und Jahresbericht der k. k. höheren Lehranstalt für Wein- und Obst-

bau in Klosterneuburg, veröffentlicht am Schlusse des Schuljahres 1914/15 von der Direktion, S. 271.
Report on the progress of agriculture in India for 1912—13, S. 275.
Ripper, Maximillian, Bericht über die Tätigkeit der k. k. landw.-chemischen Versuchsstation in Görz im Jahre 1914, S. 270.
—, Bericht über die Tätigkeit der k. k. landw.-chemischen Versuchsstation Görz im Jahre 1915, S. 271.
Rößler, R., Über Diastase, S. 286.
Schaffnit, E., Die wichtigsten Speicherschädlinge und ihre Vernichtung, S. 330.
Slaus-Kantschieder, Johann, Bericht über die Tätigkeit der k. k. landw. Lehr- und Versuchsanstalt in Spalato im Jahre 1914, S. 273.
Söhngen, N. L., Über reduzierende Eigenschaften der Essigbakterien, S. 318.
Somogyi, R., Über den Einfluß von Katalysatoren (Alkaloiden und Farbstoffen usw.) auf die Hefegärung, S. 312.
Stange, Herbert, Reduktion und alkoholische Gärung, S. 297.
Stoklasa, Julius, Zur Bekämpfung der Mehl- und Getreideschädlinge, S. 332.
Stutzer, A., Untersuchungen über die Wirkung gewisser Arten von Milchsäurebakterien auf Eiweiß und andere Stickstoffverbindungen, S. 343.
Takamine, Jokichi, Enzymes of Aspergillus oryzae and the application of its amyloclastic enzyme to the fermentation industry, S. 289.
Thannhauser, S. J., und **Dorfmüller, G.,** Experimentelle Studien über den Nucleinstoffwechsel. IV. Mitt. Über den Aufbau des Hefenucleinsäuremoleküls und seine gleichartige Aufspaltung durch milde ammoniakalische und fermentative Hydrolyse, S. 313.
Thöni, J., u. **Thaysen, A. C.,** Versuche zur Herstellung von spezifisch wirkenden Getreideantiseris für den Nachweis von Mehlverfälschungen, S. 334.
Thomas, P., Sur les rapports des substances protéiques de la levure aver la sucrase, S. 301.
Urban, K., Einrichtung zum Züchten von Milchsäurebakterien zum Impfen von Rübenschnitzeln, S. 342.
Vansteenberge, Paul, L'autolyse de la levure et l'influence de ses produits de protéolyse sur le développement de la levure et des microbes lactiques, S. 317.
Völtz, Regeln für die Sauerfutterbereitung, S. 343.
— u. **Jantzon,** Die Konservierung der Futterrüben und der Rübenblätter durch wilde Säuerung und durch Reinkultursäuerung, S. 341.
Wahl, B., Über die Blausäuredesinfektion von Mühlen, S. 333.
Watermann, H. J., Die Stickstoffnahrung der Preßhefe, S. 316.
Weinzirl, John, and **Newton, E. B.,** The fate of bacteria in frozen meat held in cold storage and its bearing on a bacteriological standard for condemnation, S. 328.
Will, H., Das mikroskopische Bild der Hefen von Kriegsbieren und die Schlußfolgerungen aus jenem, S. 323.
—, Einige Beobachtungen über den Einfluß von Schüttelbewegung auf die Haltbarkeit des Bieres in biologischer Hinsicht, S. 325.
Witkowskij, N., Mehl- und Getreideschädlinge in der Provinz Jekaterinoslow. Beobachtungen im Jahre 1915, S. 331.
Zaleski, W., und **Schataloff, W.,** Beiträge zur Kenntnis der Eiweißumwandlung in der Hefe. II. Über den Einfluß des Mediums auf den Eiweißabbau der Hefe, S. 301.
Zikes, Heinrich, Brauwasseranalysen und eine neue, sehr empfindliche Untersuchungsmethode auf Würzeschädlinge im Brauwasser, S. 326.
—, Über den gestaltbildenden Einfluß der Temperatur auf Gärungsorganismen, S. 295.
Zimmermann, H., Selbsterhitzung und Selbstentzündung von Hafer, S. 345.
Zscheyge, Liegen neue Erfahrungen über die Haltbarkeit mit Reinkulturen eingesäuerter Schnitzel vor? S. 342.

Die Herren Mitarbeiter werden höflichst gebeten, bereits fertiggestellte Klischees — falls solche mit den Manuskripten abgeliefert werden — nicht der Redaktion, sondern direkt der Verlagsbuchhandlung Gustav Fischer in Jena einzusenden.

Abgeschlossen am 27. Mai 1919.

Hofbuchdruckerei Rudolstadt.

Centralblatt für Bakt. etc. II. Abt. Bd. 49. No. 14|17.

Ausgegeben am 22. Oktober 1919.

Nachdruck verboten.

Über den Einfluß der Temperatur auf verschiedene Funktionen der Hefe.

[Aus dem pflanzenphysiologischen Institut der Universität in Wien.
No. 124 der II. Folge.]

Von Prof. Dr. **Heinrich Zikes**, Wien.

I. Teil.

Die Lebenstätigkeit der Hefe wird, wie die aller übrigen Organismen, durch 2 Ursachen beeinflußt[1]), 1. durch die Art des inneren Aufbaues, also durch die innere Struktur der Zelle, und 2. durch äußere Einflüsse.

Der innere Aufbau der Zelle würde, von geringeren Veränderungen abgesehen, bei einem Ausbleiben äußerer Einflüsse sich immer gleichbleiben; tatsächlich erleidet er aber, da letztere stets vorhanden sind und jeweils mit verschiedener Intensität wirken, mannigfache Veränderungen, welche wieder zu einem Steigen und Fallen der Lebenstätigkeit bzw. der einzelnen Teilfunktionen führen.

Unter den äußeren Einflüssen spielen das Licht, die Ernährung, das Alter, die Luft und die Temperatur eine bedeutende Rolle. Namentlich ist es unter diesen die Temperatur, welche auf die Lebenstätigkeit der Hefen, wie ja aller Organismen, einen ganz besonderen Einfluß ausübt.

Sie regelt nicht allein ihr vegetatives Wachstum, ihre Generationsdauer in steigendem und fallendem Sinne, sondern sie wirkt auch auf die verschiedenen Teilfunktionen der Zelle ein, so auf ihre Sporen- und Kahmhautbildung, auf die Produktion von Fett, Glykogen, Farbstoff und andere Inhaltskörper. Sie vermag die intramolekulare Atmung, ihre Säurebildung zu beeinflussen, ja ihre Zellgestalt zu ändern. Sie übt bei ihrer sukzessiven Zunahme eine mitigierende, aseptische, antiseptische und sterilisierende Wirkung aus. Sie verursacht unter bestimmten Verhältnissen eine Verflüssigung bzw. ein Weichwerden der Hefe, sie vermag eine Umbildung von Unter- in Oberhefe durchzuführen; schließlich spielt sie eine große Rolle bei den enzymatischen Prozessen.

Man kann also kurz sagen, daß es kaum eine Teilfunktion im Leben der Hefen gibt, bei welcher nicht der Einfluß der Temperatur sich geltend macht und zutage tritt.

Über die genannten Wechselbeziehungen sind im Laufe der Jahre zahlreiche Untersuchungen angestellt worden, neue sind hinzugekommen und haben unsere Kenntnisse über dieses wichtige Kapitel im Hefeleben vermehrt und vertieft, doch fehlt es an einer übersichtlichen Zusammenfassung des Erforschten und Entdeckten.

Da ich im Laufe der letzten Jahre mich vielfach auch mit dieser Materie beschäftigt habe und, wie ich glaube, manche neue Tatsache beobachten konnte, so möchte ich, gestützt auf die mir zugängliche Literatur und unter Heranziehung meiner eigenen Untersuchungen, in folgendem ein genaueres, übersichtliches Bild über diese Wechselbeziehungen zwischen Temperatur und den verschiedenen Lebensäußerungen der Hefe geben.

---

[1]) **Sachs, Jul.**, Vorlesungen der Pflanzenphysiologie.

Jede Hefeart stellt daher, wie jeder andere Organismus, an die Temperatur des Nährbodens, um welche Funktion es sich immer handeln mag, ganz bestimmte Anforderungen, und man kann ein Temperaturmaximum und Minimum für jede derselben unterscheiden, bei welchen die Grenze ihrer Aktivierung gerade noch erreicht wird, und ein Temperaturoptimum, bei welchem sie am kräftigsten und sinnfälligsten vor sich geht und in Erscheinung tritt.

Diese Fundamentalpunkte der Temperatur sind für die einzelnen Hefearten bzw. ihre Teilfunktionen, den gleichen physiologischen Zustand der Zelle und die gleiche Zusammensetzung des Nährbodens vorausgesetzt, immer die gleichen.

Neben der Nahrung spielt aber der physiologische Zustand der Zelle, wie besonders hervorgehoben werden soll, eine große Rolle, und dieser ist wieder von dem Alter der Zelle abhängig. Da sich ältere, dekadente Zellen anders verhalten werden wie jugendliche kräftige Zellen, so ist bei zielbewußten Züchtungsversuchen hierauf weitgehend Rücksicht zu nehmen. Es dürfen daher bei vergleichenden Studien nur jugendkräftige, frische Zellen zur Untersuchung herangezogen werden, auf welches Moment speziell bei meinen Arbeiten großer Wert gelegt wurde.

Dies vorausgeschickt, wende ich mich nun den einzelnen Punkten, die eingangs erwähnt wurden und die hier in Frage kommen, zu und beginne mit den Untersuchungen, die auf den Einfluß der Temperatur gegenüber dem vegetativen Wachstum, dem Sproßvermögen und der Generationsdauer der einzelnen Hefegattungen Bedacht haben.

1. Einfluß der Temperatur auf das vegetative Wachstum, das Sproßvermögen und die Generationsdauer.

Für die meisten Hefen kann man als Optimum des vegetativen Wachstums Temperaturen von 25—30° annehmen.

Über dieses Kapitel sind speziell umfassende Untersuchungen von E. Chr. Hansen angestellt worden, und ihm ist speziell die Feststellung zu verdanken, daß die frühere Ansicht, nach welcher die obergärigen Hefearten höhere Temperaturen zur Entwicklung nötig haben als die untergärigen, als hinfällig zu bezeichnen ist, wie seine Untersuchungen über Saccharomyces intermedius und S. validus in klarer Weise darlegen, da diese beiden Hefen mit Obergärungscharakter sich bei derselben niederen Temperatur noch entwickeln, wie die untergärige Hefe Saccharomyces pastorianus.

Außer Hansen haben sich noch R. Pedersen, Hayduck, Will und andere mit der gleichen Frage beschäftigt.

Nach den Untersuchungen Hansens liegt das Temperaturminimum für die meisten Saccharomyceten zwischen ½—2° C, das Temperaturmaximum ungefähr bei 40°, für einzelne Hefearten bis 47°, das Optimum, wie bereits mitgeteilt, zwischen 25—30°. So weist Saccharomyces pastorianus ein Temperaturmaximum seiner Entwicklung bei 34°, die meisten in der Brauerei kultivierten Heferassen bei 40° und Saccharomyces marxianus, eine auf Weinbeeren vorkommende Hefe, ein solches sogar bei 47° auf. Es sei an dieser Stelle erwähnt, daß letztgenannte Hefe in Würze leicht mycelartige Verbände, ähnlich wie Monilia candida, liefert, für welchen Pilz ich bei 42° und etwas darüber keine Abtötungstemperatur finden konnte, worauf ich später noch zu sprechen kommen werde.

Einige nähere Details über diese Frage mögen aus folgender Tabelle entnommen werden:

Hefeart	Maximum	Minimum
Oberhefe Saccharomyces cerevisiae	40°	1—3°
Saccharomyces pastorianus E. Chr. Hansen	34°	½°
,, intermedius ,, ...	40°	½°
,, validus ,, ...	39—40°	½°
,, ellipsoideus ,, ...	40—41°	½°
Andere Weinhefen (z. B. Johannisberghefe) ,, ...	37—38°	½°
Saccharomyces turbidans ,, ...	40°	½°
Verschiedene andere Hefen:		
Zygosaccharomyces priorianus.	36—38°	3—8°
Saccharomycodes Ludwigii	37—38°	1—3°
Saccharomycopsis capsularis	38½°	unter ½°
Pichia membranaefaciens	35—36°	½°
Willia anomala	37—38°	¼—1°
,, saturnus	35—37°	2—4°

Schizosaccharomyces Pombe zeigt das Optimum zwischen 30—36°.

Unter den sonstigen vielen Angaben über den Einfluß der Temperatur auf das vegetative Wachstum sei speziell auf die Mitteilungen Hennebergs[1] hingewiesen, welcher berichtet, daß das Aussprossen kalt gelagerter Hefe durch Weiterführen bei tiefen Temperaturen günstiger vor sich geht als bei höheren Temperaturen, und daß dasselbe um so später eintritt, je wärmer die früher kalt gelagerte Hefe geführt wird.

So sproßten nach 5tägiger Lagerung

bei 30° C nach 2½ Std. 1% der Zellen
,, 20° ,, ,, 2½ ,, 38% ,, ,,
,, 10° ,, ,, 2½ ,, 50% ,, ,,
,, 2° ,, ,, 2½ ,, 70% ,, ,,

einer solchen Hefe.

Jedenfalls hängt diese Tatsache mit der leichteren Degenerierbarkeit und Schwächung bzw. Anpassung der in der Praxis kalt geführten Kulturhefen bei höheren Temperaturen zusammen.

Was meine eigenen Versuche anbelangt, so möchte ich vorausschicken, daß die von mir überprüften Hefen jahrelang bei 25° gezüchtet wurden und dann bei den unten angegebenen Temperaturen zur Untersuchung gelangten.

Die Hefen waren also durch jahrelange Züchtung an Temperaturen von 25° gewöhnt worden und mußten sich plötzlich an höhere bzw. tiefere Temperaturen anpassen; es wurden die Temperaturen 2½°, 6°, 15°, 25°, 30°, 37° und 42° C gewählt.

1. Frohberghefe.

Diese Hefe zeigte nach 4 Tagen bei 6° fast kein Wachstum, bei 15° war dasselbe noch sehr schwach, bei 25° ergab sich kräftiges, bei 30° sehr kräftiges, bei 37° schwächeres Wachstum. Nach 11 Tagen war das Wachstum bei 6° noch schwach, bei 25° zeigte sich bereits schwache Ringbildung, die nach 4 Wochen sehr kräftig wurde, ebenso waren nach dieser Zeit bei 30° ziemlich kräftige, bei 15° sehr schwache Ringbildung zu beobachten. Das Wachstum der Hefe war nach dieser Zeit auch bei 6° ein gutes. Bei 2½° konnte nach 10 Tagen deutliches Wachstum beobachtet werden. Bei 42° blieb jede Entwicklung aus.

2. Logoshefe.

Diese Hefe ließ nach 4 Tagen bei 6° schwaches, bei 15° etwas stärkeres, bei 25° starkes, bei 30° sehr starkes, bei 37° starkes Wachstum erkennen.

---

[1] Henneberg, W., Gärungsbakteriologisches Praktikum. S. 191.

Nach 11 Tagen war auch bei 6° schwaches Wachstum, bei 25° ziemlich starke, bei 30° schwache Ringbildung zu beobachten. Nach 17 Tagen konnte bei 6° noch immer kein kräftiges Wachstum wahrgenommen werden, jedoch war nach dieser Zeit bei 15° schwache Ringbildung aufgetreten. Nach 4 Wochen war das Wachstum bei 6 und 30° ein kräftiges, die Ringbildung bei 6° äußerst schwach, bei 30° ziemlich kräftig. Die Hefe wächst noch gut bei 42°. Ebenso konnte bei 2½° nach 11 Tagen deutliches Wachstum konstatiert werden.

3. Preßhefe B.

Das Wachstum dieser Hefe war nach 4 Tagen bei 6° ein sehr schwaches, bei 15° ein schwaches, bei 25 und 30° ein kräftiges, bei 37° ein ziemlich kräftiges. Nach 11 Tagen trat bei 25° schwache, bei 30° kräftige Ringbildung auf. Nach 17 Tagen war die Ringbildung bei 25° stark, bei 30° sehr stark geworden.

Nach 4 Wochen war auch bei 6° das Wachstum kräftig geworden und zeigten sich bei 30 und 25° sehr kräftige, bei 15° schwächere Ringbildungen. Diese Hefe ergab bei 42° kein Wachstum, dagegen bei 2½° nach 10tägiger Beobachtung noch deutliches Wachstum.

4. Saccharomyces ellipsoideus.

Diese Hefe wies nach 4 Tagen bei 6° fast kein Wachstum, bei 15° ziemlich kräftiges Wachstum, bei 25° kräftiges, bei 30° sehr kräftiges, bei 37° minder kräftiges Wachstum auf. Nach 11 Tagen trat bei 6° stärkeres Wachstum ein, bei 30° zeigte sich schwache Ringbildung. Nach 17 Tagen war auch bei 25° schwache Ringbildung bemerkbar; bei 30° zeigte sich die Ringbildung stärker, auch traten vereinzelte Hautinseln auf. Nach 4 Wochen waren die Ringbildungen bedeutend stärker geworden, mit Ausnahme bei 6°. Diese Hefe zeigte bei 42° kein Wachstum mehr, gedieh aber noch bei etwa 3°.

5. Debaryomyces globosus.

Diese Hefe zeigte nach 4tägiger Kultur bei 15°, 25° und 37° ein schwaches, bei 30° etwas stärkeres Wachstum. Bei 6° war noch keine Entwicklung bemerkbar. Nach 11 Tagen ergab sich bei 25° und 37° sehr schwache, bei 30° stärkere Ringbildung. Innerhalb dieser Zeit war auch bei 6° sehr schwache Entwicklung bemerkbar. Nach 17 Tagen konnte nur bei 30° stärkere Ringbildung wahrgenommen werden. Nach 4 Wochen war bei 6° und 15° noch keine Ringbildung zur Entwicklung gekommen. Diese Hefe wächst nicht mehr bei 42°, ebenso kaum mehr bei 2½—3°.

6. Schwaniomyces occidentalis.

Diese Hefe zeigte nach 4 Tagen bei 6° und 15° nur äußerst schwaches, bei 30° sehr starkes, bei 25° etwas schwächeres Wachstum.

Nach 7 bzw. 11 Tagen war bei 25 und 30° ziemlich kräftige Ringbildung bemerkbar. Bei 37° war nach dieser Zeit nur eine äußerst schwache Entwicklung zu konstatieren. Nach 17 Tagen konnten die Ringbildungen bei 25 und 30° als kräftig bezeichnet werden.

Diese Hefe wächst nicht mehr bei 42°, ebenso konnte bei 2½—3° keine Entwicklung beobachtet werden.

7. Schizosaccharomyces Pombe.

Diese Hefe ergab bei 6° nach 4 Tagen kein Wachstum, dagegen wurde die Entwicklung bei 15, 25 und 30° stufenweise stärker: bei 37° konnte kräftiges Wachstum beobachtet werden. Ringbildungen blieben bei dieser Hefe fast gänzlich aus. Selbst nach 4-wöchentlicher Beobachtung konnten bei 15, 25 und 30° nur sehr schwache Ringbildungen gesehen werden. Dagegen wächst diese Hefe bei 42°, nicht aber bei 3°.

8. Schizosaccharomyces octosporus.

Diese Hefe ergab nach 4tägiger Beobachtung bei 25° ziemlich kräftiges, bei 30° kräftiges, bei 37° sehr schwaches Wachstum. Dasselbe war innerhalb der angegebenen Zeit bei 6 und 15° kaum wahrnehmbar. Bei 15° war das Wachstum dieses Pilzes selbst nach 4 Wochen nur ein schwaches. Diese Hefe wächst nicht mehr bei 3° und etwas darüber (bis 5°), auch nicht bei 42°.

9. Saccharomyces thermantitonum.

Diese Hefe läßt nach 4tägiger Beobachtung bei 6° nur äußerst geringes, bei 15, 25 und 30° ansteigend stärkeres Wachstum erkennen, um den Kulminationspunkt der Entwicklung bei 37° zu erreichen. Nach 11 Tagen war bei 25° schwache, bei 30 und 37° stärkere Ringbildung bemerkbar. Nach 17 Tagen war auch bei 15° schwache Ringbildung zu konstatieren. Nach 4 Wochen war auch bei 6° das Wachstum ziemlich kräftig und

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

schwache Ringbildung aufgetreten. Diese Hefe wächst noch bei 42°, dagegen konnte bei 2½° keine Entwicklung gesehen werden.

Folgende Zusammenstellung mag die bei 2½ und 42° erhaltenen Resultate übersichtlicher gestalten:

Name der Hefe	Wachstum bei	
	2½°	42°
Saccharomyces Frohberg . . .	+	—
„ Logos	+	+
Preßhefe B..	+	—
Saccharomyces ellipsoideus . .	+	—
Debaryom. globos.	—	—
Schwaniom. occident.	—	—
Schizosacch. Pombe	—	+
„ octosporus. . . .	—	—
Saccharomyces thermant. . . .	—	+

+ wächst.
— wächst nicht.

Wie aus derselben hervorgeht, vermögen sich bei 42° nur mehr die Hefen Logos, Schizosaccharomyces Pombe und Saccharomyces thermantitonum weiterzuentwickeln, bei 2½° wachsen nur mehr die 4 erst genannten: Saccharomyces Frohberg, S. Logos, Preßhefe B und Saccharomyces ellipsoideus (Weinhefe), aber erst nach längerer Angewöhnung; die größte Amplitüde in den Kardinalpunkten der Temperatur weist die Logoshefe auf.

Aus vorliegenden Angaben kann im allgemeinen entnommen werden, daß das Wachstum der Hefen bei verschiedenen Temperaturen sehr von jener Temperatur abhängig ist, bei welcher sie früher gezüchtet wurden. Waren sie an höhere Temperaturen gewöhnt, so werden sie sich erst allmählich an niedere Temperaturen anpassen, sowie umgekehrt.

Werden aber Sproßpilze bei verschieden hohen Temperaturen gezüchtet, so ist nicht allein die Intensität ihres Wachstums verschieden, sondern auch der Zusammenhang der gebildeten Zellen erscheint bald fester und inniger, bald lockerer, je nachdem man tiefere oder höhere Züchtungstemperaturen gewählt hatte, und zwar fester bei tieferen Temperaturen, lockerer bei höheren.

Während bei ersteren sehr häufig ausgedehntere Sproßverbände zur Entwicklung kommen, kommt es bei letzteren sehr bald zu einer Trennung der Zellen. Der Zusammenhang ist hier ein so loser, daß die neugebildete Tochterzelle, so bald sie eine bestimmte Größe erreicht hat, sich von der Mutterzelle trennt und ein Sonderdasein führt.

Ich habe eine größere Anzahl von Hefen in dieser Richtung untersucht und bei fast allen die gleiche Beobachtung machen können.

Hierüber wird die Tabelle, welche in dem Abschnitt über den gestaltbildenden Einfluß der Temperatur auf Hefen wiedergegeben werden wird, Aufschluß geben.

Auch Henneberg[1]) hat verschiedene vergleichende Versuche über die Art der Sproßverbände von ober- und untergärigen Hefen bei verschiedenen Temperaturen

---

[1]) Henneberg, W., Gärungsbakt. Prakt. S. 191.

durchgeführt und erwähnt gleichfalls den festeren Zusammenhang der Zellen speziell bei einem von ihm als K bezeichneten Hefestamm bei tieferen Temperaturen.

Was den Einfluß der Temperatur auf die Generationsdauer der Hefen anlangt, so sind gleichfalls von verschiedenen Forschern bereits Versuche angestellt worden.

R. Pedersen[1] studierte diesen Einfluß durch direkte Zählung (mittels eines Haematimeters). Hierbei fand er bei einer Brauerhefe, daß in 24 Std. aus einer Zelle gewachsen waren bei 4° C im Mittel 2,25 Zellen, bei 13,5° 4,76, bei 23° 12,06, bei 28° 17,59, bei 34° 34 Zellen, während bei 38° sich kein Wachstum zeigte: er berechnete hieraus die Generationsdauer bei 4° C mit 20 Std., bei 13,5° mit 10½ Std., bei 23° mit 6,5 Std., bei 28° mit 5¾ Std., bei 34° C mit 4 Std.

D. P. Hoyer[2] hat auf Würzegelatine in Oberflächenkulturen die Generationsdauer von Saccharomyces cerevisiae (Oberhefe) bei 13° mit 7 Std 41 Min., bei 20° mit 4 Std. 33 Min., von

Sacch. cerevisiae (Unterhefe)	bei	13°	mit	8	Std.	55	Min.,	bei	20°	mit	4	Std.	24	Min.
„ Saaz	„	13°	„	7	„	40	„	„	20°	„	4	„	23	„
„ Frohberg	„	13°	„	7	„	21	„	„	20°	„	4	„	18	„
„ ellipsoideus	„	13°	„	9	„	28	„	„	20°	„	8	„	37	„
„ turbidans	„	13°	„	9	„	17	„	„	20°	„	6	„	09	„
„ pastorianus	„	13°	„	6	„	06	„	„	20°	„	3	„	37	„
„ intermedius	„	13°	„	8	„	47	„	„	20°	„	5	„	12	„
„ validus	„	13°	„	8	„	39	„	„	20°	„	6	„	08	„
Pichia membranaefac.	„	13°	„	7	„	01	„	„	20°	„	5	„	13	„
Mycoderma cerevisiae	„	13°	„	7	„	24	„	„	20°	„	3	„	20	„

bei durchschnittlicher 24stündiger Kultivierung berechnet. Diese Werte beziehen sich, wie besonders hervorgehoben werden soll, auf das Wachstum der Hefe auf Würzegelatine und nicht in Würze, daher die verhältnismäßig lange Generationsdauer.

Auch ich habe speziell bei Brauerhefen zahlreiche Generationsdauerbestimmungen ausgeführt, und zwar hauptsächlich zu dem Zweck, um das Anpassungsvermögen dieser Hefen an verschiedenen Temperaturen kennen zu lernen.

Ich hatte je 6 verschiedene Hefestämme durch längere Zeit (mehrere Wochen) bei 25° C und bei 8° C gezüchtet und wollte nun deren Verhalten bei verschiedenen anderen Temperaturen aus der Generationsdauerbestimmung kennen lernen. Es wurde also jeder dieser Stämme bei den angegebenen Temperaturen in 2 Serien unter wöchentlicher Abimpfung gezüchtet.

Die Generationsdauerbestimmung wurde in der Weise durchgeführt, daß frisch regenerierte Kulturen derselben in Würze von 25° C und 8° C gebracht und so lange mit gleich temperierter Würze verdünnt wurden, bis kleine Mikrotröpfchen von etwa 1—1½ mm Durchmesser durchschnittlich je 1 Hefezelle aufwiesen.

Solche Tröpfchen wurden mittels steriler Zeichenfeder, reihenweise geordnet, auf Deckgläser gebracht und diese auf hohle, mit einem Vaselinring versehene Objektträger aufgelegt. Hierauf wurden die einzelnen Tröpfchen einer mikroskopischen Durchsicht unterzogen und jene derselben markiert, welche nur 1 Zelle enthielten, wobei bemerkt werden soll, daß Zellen, selbst wenn sie nur eine Spur einer Ausbuchtung, der Vorstufe zur Bildung einer Tochterzelle, aufwiesen, außer Betracht gelassen wurden. Die Präparate wurden hierauf in dem Panumschen Thermostaten bei den unten (Tabelle) angegebenen Temperaturen gehalten und nach der Versuchszeit die resultierende Zellenzahl der gebildeten Kolonien festgestellt.

---

[1] Pedersen, R., Compt. rend. de Meddel. fra Carlsberg Laborat. I. 1878. p. 22.

[2] Hoyer, D. P., Allg. Zeitschr. f. Bierbr. u. Malzfabr. Bd. 28. 1900. S.37

Aus den gefundenen Werten wurde die Durchschnittszahl berechnet und aus diesen und der Zeit nach der modifizierten Pedersenschen Formel:

$$x = \frac{t \log 2}{\log \mu},$$

in welcher t die Zeitdauer des Versuches, μ die Zahl der im Durchschnitt gewachsenen Zellen bedeutet, die Generationsdauer berechnet.

Nr. der Hefe	Angewendete Temperatur	Versuchsdauer	Hefe vorher bei 25° gewachsen		Hefe vorher bei 8° gewachsen	
			durchschnittliche Zellenzahl	Generationsdauer	durchschnittliche Zellenzahl	Generationsdauer
1.	12°	8 Std.	1,33	17 St. 31 Min.	2,4	6 St. 19 Min.
	15°	8 ,,	1,75	9 ,, 58 ,,	3,2	4 ,, 45 ,,
	19°	8 ,,	3,3	4 ,, 38 ,,	5,4	3 ,, 16 ,,
	24°	8 ,,	5,4	3 ,, 17 ,,	4,8	3 ,, 31 ,,
	30°	8 ,,	11,6	2 ,, 16 ,,	10,9	2 ,, 19 ,,
	38°	8 ,,	1,25	24 ,, 51 ,,	1,18	33 ,, 50 ,,
2.	9°	8 Std.	1,2	30 St. 24 Min.	1,6	11 St. 47 Min.
	12°	8 ,,	1,5	13 ,, 40 ,,	2,6	5 ,, 48 ,,
	15°	8 ,,	2,2	7 ,, 02 ,,	3,9	4 ,, 04 ,,
	20°	8 ,,	3,0	5 ,, 02 ,,	3,7	4 ,, 13 ,,
	25°	8 ,,	4,0	3 ,, 59 ,,	3,8	4 ,, 04 ,,
	30°	8 ,,	9,2	2 ,, 29 ,,	8,0	2 ,, 39 ,,
	39°	8 ,,	1,2	30 ,, 25 ,,	1,1	58 ,, 10 ,,
3.	8°	7 Std.	1,4	14 St. 24 Min.	2,5	5 St. 18 Min.
	15°	7 ,,	3,5	3 ,, 52 ,,	4,2	3 ,, 29 ,,
	21°	7 ,,	8,0	2 ,, 20 ,,	5,0	3 ,,
	29,5°	7 ,,	12,3	1 ,, 54 ,,	11,0	2 ,,
4.	9°	8 Std.	1,25	24 St. 41 Min.	1,4	16 St. 30 Min.
	12°	8 ,,	1.73	10 ,, 07 ,,	1,9	9 ,, 43 ,,
	14°	8 ,,	2,3	6 ,, 39 ,,	3,0	5 ,, 02 ,,
	20°	8 ,,	4,1	3 ,, 55 ,,	3,2	4 ,, 43 ,,
	24°	8 ,,	5,5	3 ,, 15 ,,	4,25	3 ,, 46 ,,
	30°	8 ,,	9,4	2 ,, 28 ,,	6,8	2 ,, 53 ,,
	40°	8 ,,	1,09	68 ,, 07 ,,	1,05	118 ,, 03 ,,
5.	10°	8 Std.	2,1	7 St. 28 Min.	2,9	5 St. 12 Min.
	15°	8 ,,	2,9	5 ,, 12 ,,	4,5	3 ,, 40 ,,
	24°	8 ,,	6,9	2 ,, 52 ,,	4,3	3 ,, 48 ,,
	29°	8 ,,	13,0	2 ,, 09 ,,	6,7	2 ,, 54 ,,
6.	11°	8 Std.	1,5	13 St. 36 Min.	2,45	6 St. 11 Min.
	15°	8 ,,	3,6	4 ,, 19 ,,	3,6	4 ,, 19 ,,
	20°	8 ,,	4,0	4 ,,	3,6	4 ,, 19 ,,
	25°	8 ,,	6,2	3 ,, 02 ,,	5,8	3 ,, 09 ,,
	30°	8 ,,	8,5	2 ,, 36 ,,	7,0	2 ,, 48 ,,

In vorstehender Tabelle enthält die 1. Rubrik, fortlaufend numeriert, die betreffenden Hefestämme, die 2. jene Temperatur, bei welcher die Generationsdauerbestimmung durchgeführt wurde. In der 3. ist die Zeitdauer des Versuches registriert. Die 4. und 6. Rubrik enthalten die durchschnittliche Anzahl der pro Kolonie entstandenen Zellen, und zwar erstere die der früher bei 25° C, letztere die der früher bei 8° C gezüchteten Hefe. Die 5. und 7. Rubrik geben die berechnete Generationsdauer, und zwar erstere der bei 25°, letztere der bei 8° C gewachsenen und an diese Temperaturen akklimatisierten Hefe.

Wie aus der Tabelle deutlich hervorgeht, zeigen sämtliche untersuchten Hefen ohne Ausnahme eine Anpassung an jene Temperaturen, bei welchen sie früher gezüchtet wurden. Die Kalthefen (bei 8° gezüchtet) zeigen bei allen niederen Temperaturen — durchschnittlich bis 20° C — ein rascheres Wachstum als die warmgeführten, während die aus den gleichen Hefestämmen hervorgegangenen Warmhefen (bei 25° gezüchtet) bei höheren Temperaturen (über 20°) eine kürzere Generationsdauer gegenüber den kaltgeführten aufweisen. Es ergeben sich aber weiter auch Unterschiede bei den einzelnen Stämmen. Die Differenzen in den äquivalenten Generationsdauerbestimmungen sind bei der einen Hefe größer, bei der anderen kleiner. Es scheint, daß die eine Hefe empfindlicher, die andere weniger empfindlich ist gegenüber Temperaturen, an welche sie nicht angepaßt war; so erscheint in bezug auf tiefe Temperaturen die Hefe 2 am empfindlichsten, dann folgt Hefe 4, dann 1, 6 usw.

Die Kalthefen zeigen weiter eine bessere Anpassung an höhere Temperaturen als Warmhefen an niedere. Dies geht daraus hervor, daß auch erstere bei etwa 30° die niedersten Zahlenwerte (für die Generationsdauer) aufweisen. Diese Feststellung erscheint wichtig, da durch die Züchtung der Hefe bei niederen Temperaturen ihre Optimaltemperatur nicht geändert zu werden scheint.

Schließlich ersieht man aus der Tabelle, daß die einzelnen Hefen einen verschiedenen Grad der Raschwüchsigkeit zeigen. Als besonders raschwachsend kann die Hefe 3 angesehen werden.

2. Einfluß der Temperatur auf die Sporenbildung.

Die Sporenbildung der Hefen ist eine Lebensäußerung, welche, wie die Sprossung, streng durch Temperatureinflüsse geregelt wird. Die Temperaturmaxima und -minima rücken hierbei näher zusammen als bei der Sprossung; die Optima liegen fast immer tiefer als die Optima der vegetativen Vermehrung. Auf diese Verhältnisse hat bereits E. Chr. Hansen aufmerksam gemacht. Bei der Minimal- und Maximaltemperatur dauert es viele Stunden, bis es zur völligen Ausbildung der Sporen kommt, bei der Optimaltemperatur nur einen geringen Bruchteil dieser Zeit.

Infolge der großen Zahl von Beobachtungen, die an verschiedenen Hefen gemacht wurden, seien nur einige herausgegriffen, welche in nachfolgender Tabelle zusammengetragen wurden.

Wie aus den nachstehenden Angaben hervorgeht, liegen die Minima der Sporenbildung durchschnittlich um 3—4° höher als die der Sprossung, während die Maxima größere Differenzen zeigen. Hier kommen öfter Unterschiede gegenüber jenen der Sprossung von 10 und mehr Grade vor. Auffallend sind die Verhältnisse bei Zygosaccharomyces Barkeri, bei welcher Hefe die Minima der Sprossung, wie auch der Sporenbildung, bei abnorm hohen Temperaturen liegen. Noch auffallender ist aber, daß sowohl die

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

Minima wie auch die Maxima der Sprossung sich auf gleicher Temperaturhöhe halten wie die der Sporenbildung.

Name der Hefe	Sprossung			Sporenbildung		
	Min.	Opt.	Max.	Min.	Opt.	Max.
S. cerevisiae 1. . . Hansen	1—3°		40°	9—11°	30°	37—37½°
„ pastorianus . . . Hansen	½°		34°	½—4°	27½°	29½—31½°
„ intermedius . . . Hansen	½°		40°	½—4°	25°	27—29°
„ validus . . . . . Hansen	½°		39—40°	4—8½°	25°	27—29°
„ ellipsoideus . . . Hansen	½°		40—41°	4—7½°	25°	30½—32½°
„ turbidans . . . . Hansen	½°		40°	4—8°	29°	33—35°
„ marxianus . . . Hansen	½°		46—47°	4—8°	22—25°	32—34°
Zyg. Barkeri . . . Saccardo u. Sydow	10—13°		37—38°	13°	25—27°	37—38°
Zyg. priorianus . . Klöcker	3—8°		36—38°	3—9°		27—28°
Sacch. Ludwigii . . Nielsen	1—3°		37—38°	3½—7½°	30°	32—34°
Sacchcops. capsularis Schiönning	½°	25—28°	38½°	5—8°	25—28°	34½—35°
Pich. membranaef. . Nielsen	½°		35—36°	2½—7½°	30½—31°	33½—35°
Willia anomala . . Nielsen	½—1°		37—38°	2½—7½°	30°	32—34°
Willia wichmanni . Zikes	5°	22°	32°	12°	20°	28°
Willia saturnus . . Klöcker	2—4°		35—37°	4—7°	25°	28—31½°

Hansen, E. Chr., Recherches sur la physiologie et la morphologie des ferments alcooliques Resume des compt. rend. des trav. du laboratoir de Carlsberg. Vol. II. Livr. 2.

Saccardo und Sydow, Klöcker Alb., Die Gärungsorganismen. S. 264. 2. Aufl.

Klöcker, ebenda.

Nielsen, Centralbl. f. Bakt. Abt. I. Bd. 1. S. 187

Schiönning, Compt. rend. de trav. du laboratoir de Carlsberg. T. IV. Livr. 1.

Zikes, Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 16. S. 104.

Klöcker, Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 8. S. 129 u. Bd. 13. S. 107.

Die Optima der Sporenbildung liegen den Maxima bedeutend näher; bei manchen Hefen handelt es sich hierbei nur um 1—2°. Fast alle diese Ergebnisse sind bei der Kultivierung der Hefen auf Gipsblöcken erhalten worden.

Durch Nielsen, und zwar im Verein mit Klöcker, wurde die Tatsache festgestellt, daß es durchaus nicht gleichgültig ist, auf welcher Unterlage, ob auf Gips, Chamotte oder Ton, die Askosporenkultur angelegt wird. Stets erwies sich Gips, was Raschheit der Sporenbildung anlangt, den beiden anderen Unterlagen überlegen. R. Herzog[1]) hat später auf Grund der Hansenschen Forschungsergebnisse auf diesem Gebiet die Entwicklungsgeschwindigkeit der Sporen der einzelnen Hefen bestimmt und kommt bei Saccharomyces pastorianus bzw. S. cerevisiae zu folgenden Zahlen:

---

[1]) Herzog, R., Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 37. 1903. S. 396.

Temperatur	Zeit	Entwicklungsgeschwindigkeit
	Saccharomyces pastorianus.	
bei 7°	Sporenanlagen nach 168 Std.	1,0
,, 10°	,, ,, 89 ,,	1,9
,, 15°	,, ,, 50 ,,	3,4
,, 23°	,, ,, 26 ,,	6,5
,, 27,5°	,, ,, 24 ,,	7,0
,, 30,5°	,, ,, 30 ,,	5,6
	Saccharomyces cerevisiae.	
,, 11,5°	Sporenanlagen nach 240 Std.	1,0
,, 17,5	,, ,, 50 ,,	4,8
,, 25,0°	,, ,, 23 ,,	10,4
,, 30,0	,, ,, 20 ,,	12,0
,, 33,5	,, ,, 23 ,,	10,4
,, 36,5	,, ,, 29 ,,	8,3

Durch Benützung der Entwicklungsgeschwindigkeiten und -Temperaturen kam Herzog zu graphischen Darstellungen, welche große Ähnlichkeiten mit jenen aufwiesen, die Tamann für fermentative Vorgänge erhalten hatte. Er konnte so konstatieren, daß auch hier eine Temperaturerhöhung um 10° eine Verdoppelung bis Verdreifachung der Reaktionsgeschwindigkeit auslöst, was der van t'Hoffschen Regel bei chemischen Vorgängen entspricht.

Hansen hat später bei seinen Sporenuntersuchungen die interessante Beobachtung gemacht, daß Hefen, wenn sie längere Zeit bei höheren Temperaturen, die über dem Maximum der Sporenbildung lagen, gezüchtet werden, die Fähigkeit, Sporen zu bilden, ganz verlieren und Asporogenität erlangen.

Diese wichtige Funktion kann demnach durch Benutzung bestimmter Temperaturen ganz ausgeschaltet werden. Welche Veränderungen hierbei das Plasma mitmacht, ist bisher völlig unbekannt.

Wurde z. B. Saccharomyces pastorianus bei 32°, also 2° über dem Maximum der Sporenbildung, kultiviert und wiederholt überimpft, so waren nach der 2. Kultur wohl erst 1 Proz. der Zellen asporogen, nach der 4. aber bereits 60 Proz., nach der 6. 100 Proz. Diese Zellen bleiben asporogen.

Um den Einfluß einer vorhergehenden Züchtung bei verschiedenen Temperaturen auf die Askosporenbildung kennen zu lernen, hatte ich eine leicht sporenbildende, wilde Hefe, welche ich bei der Untersuchung einer Kühlschiffwürze gelegentlich gefunden hatte, durch längere Zeit bei 8 und 25° gezüchtet, um sie vorerst an diese Temperaturen zu gewöhnen und dann die Askosporenbildung bei 25° untersucht. Es zeigte sich, daß bei der warmgeführten Hefe die Askosporenbildung ca. um 24 Stunden später einsetzte. Diese an 25° gewöhnte Hefe wurde hierauf bei 5°, 11°, 18°, 23°, 30° und 38° untersucht.

Bei 5° trat erst nach 14 Tagen in einzelnen Zellen, und da noch ziemlich undeutlich, Sporulation auf; bei 11° waren nach 8 Tagen schon ziemlich gut ausgebildete Sporen in einzelnen Zellen zu sehen; bei 18° waren nach 2 Tagen die Sporen erst im Beginn der Bildung, das Protoplasma zeigte sich bereits zusammengeballt, aber es war noch nicht zur Bildung der Sporenmembran gekommen; nach 4 Tagen zeigten sich bei dieser Temperatur bereits sehr viele vollständig ausgebildete Sporen, aber es dauerte fast 8 Tage, bis die Mutterzellhaut zerrissen und die Sporen frei geworden waren; bei 23° traten die Sporen bereits nach 6 Tagen aus; bei 30° war dieser Akt nach 4 Tagen zu beobachten. Bei letzterer Temperatur, die ungefähr als Optimaltemperatur angesehen werden konnte, trat die Sporulation bereits nach 7 Std. ein, und zwar in einzelnen Sproßverbänden. Hatte sich eine Zelle in einem solchen zur Sporulation angeschickt, so folgten die übrigen bald nach. Das Bild, welches dann das Präparat darbot, war dadurch gekennzeichnet, daß einzelne Sproßverbände ganz aus sporulierten Zellen bestanden, während die Mehrzahl der Sproßverbände sich noch nicht zur Sporulation angeschickt hatte. Bei 38° konnte während der ganzen Versuchsdauer keine Sporulation wahrgenommen werden.

Über eine weitere Untersuchung, welche ich mit der Johannisberghefe II, bekanntlich einer sehr leicht sporenbildenden Hefe anstellte, möge folgende Tabelle Auskunft geben. Auch diese Hefe wurde vor dem Versuch wieder längere Zeit bei 10° und 25° in 2 Kulturreihen gezüchtet und dann von beiden Askosporenkulturen bei 10°, 20°, 25°, 30° und 37° in Beobachtung genommen.

Tag der Untersuchung	Askosporenzüchtungstemperatur	Kalthefe (10° gezüchtet)	Warmhefe (25° gezüchtet)
2	10°	— (Bild: sehr schöne, aus länglichen elliptischen Zellen bestehende Verbände)	— (kleinere Sproßverbände aus kurz elliptischen Zellen bestehend)
3	10°	dto.	dto.
4	10°	dto.	dto.
6	10°	in einzelnen Zellen Sporen	in ganz vereinzelten Zellen Sporen
7	10°	in ziemlich vielen Zellen Sporen	weniger sporulierende Zellen als in der Kalthefe
2	20°	in einzelnen Sproßverbänden Sporen	weniger sporulierende Zellen als in der Kalthefe
3	20°	sporulierende Zellen ziemlich zahlreich	dto.
4	20°	in vielen Zellen Sporulation, aber Sporen noch überall eingeschlossen	dto.
6	20°	bereits ziemlich viele Sporen frei	in den meisten Zellen Sporen noch eingeschlossen, bei wenigen Zellen Haut bereits resorbiert
7	20°	dto.	ziemlich viel freie Sporen, aber weniger als bei der Kalthefe
1	25°	Sporulation ziemlich häufig	Sporulation noch ziemlich selten
2	25°	in sehr vielen Zellen Sporulation	weniger als in Kalthefe
3	25°	dto.	dto.
4	25°	viele Sporen bereits frei	dto.
6	25°	fast alle gebildeten Sporen frei	viele Sporen frei, aber noch ziemlich viele eingeschlossen
7	25°	alle Sporen frei	fast alle Sporen frei
1	30°	in sehr wenigen Sproßverbänden Sporulation	höchst vereinzelte Sporulation
2	30°	in ziemlich vielen Zellen Sporulation	seltener als in Kalthefe
3	30°	dto.	dto.
4	30°	in vielen Zellen Sporulation	dto.
6	30°	fast alle gebildeten Sporen frei	dto.
7	30°	alle Sporen frei	dto.
1—7	37°	keine Sporulation	keine Sporulation

Aus der Tabelle ist ersichtlich, daß das Temperaturoptimum dieser Hefe für die Sporenbildung bei ungefähr 25° C liegt. Bei dieser Temperatur bildet die Hefe am raschesten Sporen. Zugleich ergibt sich auch, daß die vor dem Versuch kaltgeführten Zellen dieser Hefe (genau wie bei der früher untersuchten) sich leichter und rascher zur Sporulation anschicken als die warmgeführten. Es stimmt also diese Hefe mit der früher untersuchten in dieser Richtung vollkommen überein. Ob diese Charaktereigentümlichkeit nur auf die beiden untersuchten Hefen beschränkt bleibt, oder einer größeren Anzahl von Hefen zukommt, möchte ich dahingestellt sein lassen; Tatsache ist, daß die beiden untersuchten Hefen in dieser Richtung ein völlig gleiches Bild darbieten.

3. Einfluß der Temperatur auf die Hautbildung.

Die Hautbildung an der Oberfläche von Flüssigkeiten ist bekanntlich eine allgemein beobachtete Eigentümlichkeit der Hefen. Manche derselben bilden in sehr kurzer Zeit solche Hautvegetationen, andere erst nach längerer Zeit, aber immer ist die Bildung von Häuten streng durch Temperatureinflüsse geregelt.

Wir verdanken auch auf diesem Gebiet die ersten grundlegenden Versuche E. Chr. Hansen. Auch hier waren es die von ihm (bereits an anderer Stelle erwähnten) untersuchten 6 Hefearten S. cerevisiae, S. pastorianus, S. intermedius, S. validus, S. ellipsoideus und S. turbidans, welche er einer exakten Untersuchung unterzog.

Er erkannte, daß das mikroskopische Aussehen der Hautzellen derselben Art bei verschiedenen Temperaturen ein verschiedenes ist, womit ich mich noch genauer in einem anderen, folgenden Absatz beschäftigen werde, sowie daß die Temperaturgrenzen für die Hautbildung und der Zeitpunkt von deren Eintritt für die verschiedenen Arten bei derselben Temperatur verschieden sind.

Die Hautbildung beginnt häufig bei vielen Hefen mit der Anlage eines Heferinges, welcher am Rande der Flüssigkeitsoberfläche längs der Gefäßwandung gebildet wird und sich dann allmählich über die ganze Flüssigkeitsoberfläche verbreitet. Andererseits kann aber die Hautbildung oft gleichmäßig an verschiedenen Stellen der Flüssigkeitsoberfläche in Form von Hautinseln beginnen.

Name der Hefe	Sporenbildung			Hautbildung			
	Min.	Opt.	Max.	Min.	Opt.	Max.	
S. cerevisiae . .	9—11°	30°	37—37½°	6—7°		33—34°	Hansen
,, pastorianus .	½—4°	27½°	29½—31°	3½—5°		26—28°	,,
,, intermedius .	½—4°	25°	27—29°	3—5°		26—28°	,,
,, validus . . .	4—8½°	25°	27—29°	3—5°		26—28°	,,
,, ellipsoideus .	4—7½°	25°	30½—32½°	6—7°		33—34°	,,
,, turbidans . .	4—8°	29°	33—35°	3—5°	22—23° bereits nach 6 Tagen	36—38°	,,
,, cerevisiae Stamm 2 .	11°	25—26°	31°	7°	26°	30°	Will
,, 6 .	11°	28°	31°	10°	26°	30°	,,
,, 93 .	10°	28°	30°	7°	25°	31°	,,
,, 7 .	13°	25—26°	30°	7°	25°	28°	,,

Der Zeitraum, innerhalb dessen die Hautbildung bei einem bestimmten Sproßpilz und einer bestimmten Temperatur vonstatten geht, ist weniger eng begrenzt als der bei der Sporenbildung, was ja durch die Art und Weise der Hautbildung erklärlich erscheint.

Die vorstehenden Zahlen sind aus den Zeitgrenzen gefunden worden, innerhalb welcher bei einer höchsten und tiefsten Temperatur sich gerade noch Hautvegetationen bildeten (Minima und Maxima), bzw. dieselben am raschesten und üppigsten auftraten (Optima).

Aus der Tabelle läßt sich ersehen, daß die Minima und Maxima der Hautbildung ungefähr auf gleicher Höhe wie die der Sporenbildung liegen, daß also auch hier die Fundamentalpunkte der Temperatur enger zusammenrücken als bei der Sprossung. Einzelne Hefen zeigen in bezug auf die Temperaturhöhe der Hautbildung gegenüber der Sporenbildung kleinere Abweichungen bzw. Unterschiede, die aber nicht sehr ins Gewicht fallen.

Bezüglich der Intensität der gebildeten Haut beobachtete Hansen speziell bei S. turbidans, und zwar schon oberhalb 13°, eine überaus rasche und kräftige Hautbildung. Die Haut war bei einer Temperatur zwischen 22—24° bereits nach 6 Tagen sehr mächtig und überzog die ganze Flüssigkeit, während die 5 anderen Hefen erst nach 3mal so langer Zeit eine sehr schwache Haut zur Entwicklung brachten.

Ich habe eine größere Anzahl von Hefen, welche verhältnismäßig leicht Häute bilden, einer vergleichenden Untersuchung unterzogen, da ich in der Literatur noch keine diesbezüglichen Angaben fand, und die Ergebnisse in folgender Tabelle zusammengetragen.

Name der Hefe	6°				15°			
	nach 2 Tagen	nach 5 Tagen	nach 11 Tagen	nach 3 Wochen	nach 2 Tagen	nach 5 Tagen	nach 11 Tagen	nach 3 Wochen
1. S. glutinis	—	—	Spur Haut	sehr schwache Haut	äußerst schwache Haut	äußerst schwache Haut	kräftige Ringbildung schwache Haut	kräftige Ringbildung, ziemlich kräftige Haut
2. Pichia membranaef.	—	Spur Haut	ziemlich kräftige, mehr glatte Haut	ziemlich kräftige, mehr glatte Haut	sehr schwache glatte Haut	ziemlich starke faltige Haut	ziemlich starke faltige Haut	starke faltige Haut
3. Pichia farinosa . .	—	—	Spur Haut	ziemlich starke, mehr gl. Haut	Spur Haut	schwache glatte Haut	ziemlich starke, mehr gl. Haut	starke gefaltete Haut
4. Willia anomala . .	—	sehr schwache glatte Haut	ziemlich kräftige glatte Haut	ziemlich kräftige, mehr glatte Haut	schwache flache Haut	kräftige faltige Haut	starke faltige Haut	starke faltige Haut
5. Willia saturnus . .	—	sehr schwache Haut	starke glatte Haut	starke gefaltete Haut	schwache glatte Haut	ziemlich kräftige, mehr gl. Haut	starke faltige Haut	starke faltige Haut
6. Torula alba	—	—	Spur Ringbildung	schwache glatte Haut	—	—	schwache Ring- u. Inselbildung	schwache Haut

Name der Hefe	6°				15°			
	nach 2 Tagen	nach 5 Tagen	nach 11 Tagen	nach 3 Wochen	nach 2 Tagen	nach 5 Tagen	nach 11 Tagen	nach 3 Wochen
7. Torula rubra . . .	—	—	sehr schwache Ringbildung	sehr schwache Ringb., Spur Haut	sehr schwache Ringbildung	sehr schwache Ringbildung	schwache Ring- u. Hautbildung	ziemlich schwache Ring- und Hautb.
8. Mycoderma cerevisiae	—	sehr schwache glatte Haut	starke, mehr gefaltete Haut	sehr starke gefaltete Haut	sehr schwache glatte Haut	starke faltige Haut	starke faltige Haut	sehr starke faltige Haut
9. Mycoderma rubra .	—	—	ziemlich schwache glatte Haut	ziemlich kräftige faltige Haut	sehr schwache glatte Haut	starke falt. Haut		sehr starke faltige Haut
10. Chalara Mycoderma	—	schwache Haut	schwache Haut	kräftige Haut	Spur Haut	ziemlich kräftige Haut	kräftige Haut	sehr kräftige Haut
11. Monilia candida . .	—	Spur Haut			—	sehr schwache Haut	stärkere Haut	

Name der Hefe	25°				30°			
	nach 2 Tagen	nach 5 Tagen	nach 11 Tagen	nach 3 Wochen	nach 2 Tagen	nach 5 Tagen	nach 11 Tagen	nach 3 Wochen
1. S. glutinis	sehr schwache Haut	ziemlich starke Haut	stärker als bei 30°	stärker als bei 30°	sehr schwache Haut	ziemlich starke Haut u. Ringb.	starke Haut u. Ringbildung	starke Haut u. Ringbildung
2. Pichia membranaef.	sehr starke faltige Haut	wie nach 2 Tagen	wie nach 2 Tagen	wie nach 2 Tagen	sehr starke faltige Haut	wie nach 2 Tagen	wie nach 2 Tagen	wie nach 2 Tagen
3. Pichia farinosa . .	starke gefaltete Haut	starke gefaltete Haut	sehr starke gefaltete Haut	sehr starke gefaltete Haut	ähnlich wie bei 25°			
4. Willia anomala . .	kräftige faltige Haut	sehr kräftige faltige Haut	sehr kräftige faltige Haut	sehr kräftige faltige Haut	ähnlich wie bei 25°			
5. Willia saturnus . .	sehr starke faltige Haut				sehr starke faltige Haut, etwas stärker als bei 25°			
6. Torula alba. . . .	Ringbildung, sehr schwache Haut	schwache Haut- u. Ringbild. schwäch. als bei 30°	wie nach 5 Tagen		sehr schwache Haut	schwache Haut und Ringbildung		

Name der Hefe	25°				30°			
	nach 2 Tagen	nach 5 Tagen	nach 11 Tagen	nach 3 Wochen	nach 2 Tagen	nach 5 Tagen	nach 11 Tagen	nach 3 Wochen
7. Torula rubra . . .	Ringb., sehr schwache Haut	stärkere Ringb., schwache Haut	starke Ringb., ziemlich schwache Haut	kräftige Haut	ähnlich wie bei 25°, nur etwas schwächer			
8. Mycoderma cerevisiae	starke faltige Haut	sehr starke faltige Haut			ähnlich wie bei 25°			
9. Mycoderma rubra .	starke faltige Haut	sehr starke faltige Haut			ähnlich wie bei 25°			
10. Chalara Mycoderma	schwache Haut	sehr kräftige Haut			ziemlich kräftige Haut	sehr kräftige Haut		
11. Monilia candida . .	ziemlich kräftige Haut	starke Haut	sehr starke Haut		kräftige Haut	sehr kräftige Haut		

Name der Hefe	37°			
	nach 2 Tagen	nach 5 Tagen	n. 11 Tagen	n. 3 Wochen
1. S. glutinis	—	—	—	—
2. Pichia membranaef. . . .	—	—	—	—
3. Pichia farinosa.	—	—	—	—
4. Willia anomala	—	—	—	—
5. Willia saturnus	—	—	—	—
6. Torula alba	—	—	—	—
7. Torula rubra	—	—	—	—
8. Mycoderma cerevisiae. . .	—	ziemlich kräftige Haut		
9. Mycoderma rubra	—	—	—	—
10. Chalara Mycoderma . . .	—	—	—	—
11. Monilia candida.	ziemlich kräftige Haut	kräftige Haut		

Überblickt man die Tabelle, so ergibt sich bei allen untersuchten Hefen, *daß das Temperaturminimum der Hautbildung etwa bei 6°, das Maximum über 30° und bei einigen ziemlich bedeutend darüber liegt.* 2 der untersuchten Sproßpilze, und zwar *Mycoderma cerevisiae* und *Monilia candida*, gedeihen noch bei 37° und bilden Häute. Letzteren Pilz konnte ich selbst noch bei 42° züchten, doch bildet er bei dieser Temperatur keine Haut mehr aus, sondern wächst als Bodensatzhefe, hier nur Kurzsprossen zur Entwicklung bringend. Über letztere Beobachtung werde ich noch genauer im Kapitel über den gestaltverändernden Einfluß der Temperatur berichten.

Einzelne der Sproßpilze, wie *S. glutinis*, *Torula rubra*, scheinen bei 25°, andere wieder, wie *Willia saturnus*, *Mycoderma cerevisiae*, *Monilia candida*, bei 30° stärkere Hautvegetationen zu bilden. Bei 6° innerhalb 2 Tagen konnte bei keiner der Hefen Hautbildung wahrgenommen werden. Einzelne dieser Hefen entwickelten rascher Häute, was speziell aus den Angaben bei 6° nach 5 Tagen hervorgeht. Schließlich ist aus der Tabelle zu entnehmen, welche Hefen stärkere, welche schwächere Häute ausbilden.

4. Einfluß der Temperatur auf die Fettbildung.

Auch die Fettbildung der Hefe ist eine Funktion, bei welcher die Temperatur eine größere Rolle spielt. Bekannt ist, daß sich Bierhefen bei niederen Temperaturen, etwa von 10—12° abwärts, nur äußerst schwer zur Abscheidung dieses Reservestoffes anschicken. Außer dieser Angabe konnte ich in der einschlägigen Literatur über das Verhältnis der Temperatur zur Fettbildung nichts Beachtenswertes weiter finden.

Ich selbst habe eine Anzahl von Hefen auf ihre Fettabscheidung bei verschiedenen Temperaturen untersucht und konnte feststellen, *daß die Fettbildung bei Temperaturen unter 12—15° in sehr geringem Maße und erst nach längerer Zeit erfolgt, während sie bei höheren Temperaturen (20—30°) kräftig und in verhältnismäßig kürzerer Zeit vor sich geht.* Die Versuche selbst wurden auf Würzeagar, dem noch 2 Proz. Maltose zugesetzt wurden, ausgeführt. Als Reagenzien auf Fett dienten 1 Proz. Osmiumsäure, vorzüglich aber Sudan III (Amidoazobenzolazo-β-naphthol). Die überprüften Organismen waren:

Frohberghefe (Unterhefe), *Mycoderma cerevisiae*, *Chalara Mycoderma*, *Torula alba*, *Willia anomala*.

Folgende Tabelle mag die gefundenen Resultate wiedergeben:

Züchtung auf Würzeagar + 2 Proz. Maltose.

Tag der Beobachtung	10°	20°	30°	37°
1. *Saccharomyces Frohberg.*				
3.	—	sehr schwache Fettbildung	zieml. schwache Fettbildung	zieml. schwache Fettbildung
5.	—	in manchen Zellen größere Fettropf.	in vielen Zellen große Fettropfen	wie bei 30°
9.	zahlreiche kleine Fettgranula	in zahlreichen Zellen größere Fettgranula	sehr viele große Fettgranula	wie bei 30°
12.	sehr häufig größere Fettgranula	wie nach 9 Tagen	wie nach 9 Tagen	neben den großen Granula auch in vielen Zellen kleinere
15.	in zahlreichen Zellen größere Fettgranula	in vielen Zellen neben größeren Granula auch kleinere	ähnlich wie bei 20°	sehr viele kleinere Granula neben den großen
3 Wochen	neben den größeren auch kleinere Granula	dto.	dto.	dto. Fettgranulation am schönsten ausgebildet.

Züchtung auf Würzeagar + 2 Proz. Maltose. (Forts.)

Tag der Beobachtung	10°	20°	30°	37°
2. Mycoderma cerevisiae.				
3.	sehr schwache Fettgranulation	wie bei 10°	etwas stärker als bei 20°	—
5.	dto.	etwas stärker, 1—2 Granula	dto.	1—2 Granula pro Zelle
9.	pro Zelle 1—2 Granula, schwach hervortretend	1—2, zieml. kräftig tingierbare Granula	wie bei 20°, neben 1—2 größ. auch kleinere Granula	wie bei 30°
12.	Granulationen sehr schwach	1—2, kräftiger tingierbare Granula	wie bei 20°	wie bei 30°
15.	Granulationen noch zieml. schwach	1—2, kräftiger tingierbare Granula	noch kräftiger als bei 20°	wie bei 30°
3 Woch.	Granulationen schwach, 1—2 größere, daneben mehrere kleinere Granula	1—2 sehr schön tingierbare Granula	dto.	dto.
3. Chalara Mycoderma.				
3.	—	sehr schwache Granulation	einzelne kleinere Granula, in den Langsprossen häufiger	—
5.	—	zahlreiche kleinere hier u. da auch größere Granula	zahlreicher als bei 20°	—
9.	zahlreiche sehr kl. Granula, schwach tingierbar	bereits größere Granulationen deutl. färbbar	stärker als bei 20°	—
12.	zahlreiche kleinere Granula schwach färbbar	große Granula, neben zahlreichen kleineren	am kräftigsten	
15.	größere Granula neben kleineren	Granulationen in manchen Zellen das ganze Lumen erfüllend	in vielen Zellen je 1 Granulum die ganze Zelle erfüllend	—
3 Woch.	1—2 größere Granula, daneben oft auch kleinere	fast in allen Zellen erfüllen die fusionierten Granulationen die ganze Zelle	wie bei 20°, noch besser tingierbar als bei dieser Temperatur	—
4. Torula alba.				
3.	—	—	—	—
5.	—	je 1 schwach färbbares Granulum	wie bei 20°	—
9.	sehr schwache Tingierbarkeit	in vielen Zellen je 1 größeres Granulum	stärker als bei 20°	—
12.	sehr schwache Tingierbarkeit	wie nach 9 Tagen	stärker als bei 20°	—
15.	pro Zelle 1 sehr schwach färbbares Granulum	pro Zelle 1 sehr gut färbbares Granulum	stärker als bei 20°	—
3 Woch.	pro Zelle 1 sehr schwach färbbares Granulum	pro Zelle 1 sehr gut färbbares Granulum	stärker als bei 20°	—

Züchtung auf Würzeagar + 2 Proz. Maltose. (Forts.)

Tag der Beobachtung	10°	20°	30°	37°
		5. Willia anomala.		
3.	äußerst schwach	1 deutlich sichtbares Granulum, schwach tingierb.	schwächer als bei 20°	—
5.	1 Granulum sehr schwach tingiert	wie nach 3 Tagen	dto.	—
9.	in vielen Zellen 1 größeres Granulum	1 stärker tingierbares Granulum	wie bei 20°	—
12.	neben größeren Granula auch kleinere	neben größeren Granula auch kleinere	wie bei 20°	—
15.	noch ziemlich schwach tingierbar	Tingierung kräftig, zumeist je 1 größ. Granulum	wie bei 20°	—
3 Woch.	je 1 größeres Granulum, noch ziemlich schwach tingierbar, daneben auch kleinere	dto.	dto.	dto.

Wie aus dieser Tabelle hervorgeht, zeigen die untersuchten Hefen zwischen 20 und 30° das Optimum der Fettbildung. Bei diesen Temperaturen setzt die Bildung dieses Reservestoffes am kräftigsten ein und geht am intensivsten vor sich.

Öfter konnte die Beobachtung gemacht werden, daß, nachdem sich bereits größere Granula durch Fusionierung kleinerer Granula gebildet hatten, noch nachträglich sich weitere kleinere Granula bilden; dies scheint bei niederen Temperaturen, soweit die überprüften Hefen schließen lassen, häufiger vorzukommen als bei höheren.

5. Einwirkung der Temperatur auf die Glykogenbildung.

Die Fähigkeit der Hefen, Glykogen zu speichern, ist eine sehr verschiedene; manche Hefen, darunter die Brauerhefen, zeigen eine größere Neigung hierzu; andere wieder eine geringere, eine 3. Gruppe wieder gar keine, wie P. Lindner z. B. bei Saccharomyces exiguus nachzuweisen vermochte und wie dies bei Spalthefen bekannt ist. Aber auch bei diesem Prozeß spielt die Temperatur eine mehr oder weniger wichtige Rolle.

So hat Henneberg[1]) zahlreiche Ermittlungen über das Vorkommen von Glykogen bzw. sein Verschwinden in Kulturhefen angestellt und auch den Einfluß der Temperatur in den Kreis seiner Untersuchungen gezogen. Er berichtet, daß die Zeit des Auftretens von Glykogen in Gärungen bei tieferen Temperaturen verschieden ist von den bei warm geführten Gärungen. Im ersteren Falle ist nach 24 Std. sehr wenig Glykogen, im letzteren bereits sehr viel vorhanden.

Die Menge nimmt bei niederen Temperaturen langsamer zu und erreicht ca. am 7.—8. Tage das Maximum, während bei warmen dies schon am 2. Tage erreicht wird. In Brennereimaischen, die gewöhnlich bei 27—31° vergären, ist bereits am 2. Tage sehr viel Glykogen in der Hefe vorhanden. Bei Gärungen in den Gärkellern untergäriger Brauereien, woselbst die Durchschnittstemperatur 4—7° C beträgt, ist das Glykogen erst nach einigen Tagen (7—8 Tage) nachzuweisen. Andererseits verschwindet das Glykogen in bei 6—8° gelagerter und in Büchsen eingeschlossener Hefe erst nach ½—1 Monat, bei einer Züchtungstemperatur von 37° aber bereits innerhalb 24 Std.

---

[1]) Henneberg, W., Zeitschr. f. Spiritusind. 1902, 35 39.

Bei 50° ist es nach 48 Std. noch vorhanden, bei 40° aber nach dieser Zeit bereits verschwunden. Bei 50° stirbt die Hefe sehr schnell ab, so daß bei dieser Temperatur eine weitere Veränderung des Glykogengehaltes unterbleibt.

Bei Luftzutritt, und zwar bei 22°, verliert fein verteilte Hefe nach Angaben Hennebergs bereits innerhalb 3 Std. ihren Glykogengehalt. Bei 8° ist dasselbe nach 48 Std. zwar bedeutend verringert, verschwindet aber doch nicht vollständig.

In gärender Würze verliert sich das Glykogen bei 8° erst nach 5 Tagen, bei 30° bereits nach 2 Tagen.

H. Will[1]) hat bei seinen Untersuchungen „über Sproßpilze ohne Sporenbildung" den Einfluß verschiedener Substrate auf die Bildung von Glykogen hin studiert, und zwar verschiedene Temperaturen benutzt, aber für jedes Substrat andere Temperaturen gewählt, so daß an dieser Stelle die Resultate jener Arbeit nicht verwendet und herangezogen werden konnten. Auch R. Meißner[2]), der eine sehr ausführliche Arbeit über das Auftreten und Verschwinden des Glykogens in der Zelle gebracht hat, beschäftigte sich nicht mit dem Einfluß der Temperatur auf die Bildung dieses Reservestoffes. Ebenso war in der größeren Arbeit Heinzes[3]) „Über die Bildung und die Wiederverarbeitung von Glykogen durch niedere pflanzliche Organismen" der Einfluß der Temperatur nicht berücksichtigt worden.

Bezüglich meiner eigenen Untersuchungen möchte ich erwähnen, daß ich vor einigen Jahren 2 Stämme von Brauereiunterhefen durch 14 Tage täglich auf die Bildung von Glykogen überprüft hatte. Dieselben waren bei 8° und 25° gezüchtet worden. Folgende Tabelle mag über ihr Speicherungsvermögen dieses Stoffes bei obigen Temperaturen Aufschluß geben:

Versuchsdauer nach Tagen	Hefe 1 Brauereiunterhefe		Hefe 2 Brauereiunterhefe	
	bei 8° gezüchtet	bei 25° gezüchtet	bei 8° gezüchtet	bei 25° gezüchtet
1	—	gering	—	gering
2	—	sehr starke Glykogenbildung	—	in vielen Zellen stärkere Glykogenbildung
3	Spur	dto.	sehr schwach	sehr stark
4	in einzelnen Zellen	schon etwas schwächer	ziemlich schwach	kräftig
5	in geringer Zahl	allmählich abnehmend	starke Glykogenbildung	bereits schwächer
6	ziemlich häufig	dto.	sehr stark	,, ,,
7	dto.	dto.	schwächer	,, ,,
8	sehr starke Glykogenbildung	dto.	noch schwächer	,, ,,
9	schwächer werd.	dto.	allmähl. abnehm.	allmähl. abnehm.
10	dto.	nur mehr in einzelnen Zellen	,, ,,	,, ,,
11	allmähl. abnehm.	dto.	,, ,,	kaum mehr einzelne Zellen enthalten Glykogen
12	,, ,,	dto.	,, ,,	dto.
13	,, ,,	dto.	,, ,,	dto.
14	nur mehr in einzelnen Zellen	dto.	nur mehr in einzelnen Zellen	dto.

---

[1]) Will, H., Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 17. 1907. S. 699.

[2]) Meißner, R., Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 6. 1900. S. 517, 545.

[3]) Heinze, B., Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 12. S. 43, 177, 355. Bd. 14. S. 9, 75, 168.

Ferner habe ich in jüngerer Zeit die Sproßpilze Saccharomyces Frohberg, Mycoderma cerevisiae, Chalara Mycoderma, Torula alba und Willia anomala auf ihre Glykogenbildung bei verschiedenen Temperaturen untersucht, wie aus folgender Tabelle ersichtlich ist:

Tag der Beobachtung	10°	20°	30°	37°
		1. Saccharomyces Frohberg.		
1	—	—	kräftige Glykogenbildung	schwache Bildung in einzeln. Zellen
2	—	schwache Glykogenbildung	sehr starke Glykogenbildung	ziemlich starke Bildung von Glykogen
4	zieml. schwache Glykogenbildung	starke Glykogenbildung	sehr schwache Bildung	sehr schwache Bildung
6	in vielen Zellen schwache, in einzelnen stärkere Glykogenbildung	Spur	—	in vereinzelten Zellen Glykogen
10	dto.	—	—	dto.
14	schwache Glykogenbildung	—	—	dto.
		2. Mycoderma cerevisiae.		
1	—	—	sehr schwache Glykogenbildung	—
2	—	sehr schwache Bildung	dto.	—
3	—	dto.	sehr schwache Bildung	—
6	—	dto.	—	—
7	sehr schwach	dto.	—	—
		3. Chalara Mycoderma.		
1	—	—	—	—
2	—	Spur Glykogen	Spur Glykogen	—
4	—	dto.	sehr schwach	—
6	in ziemlich vielen Zellen schwache Bildung	wie bei 10°	wie bei 10°	—
10	dto.	—	—	—
14	sehr schwache Bildung	—	—	—
		4. Torula alba.		
1	—	—	—	—
2	—	—	Spur Glykogen	—
4	—	—	sehr schwache Bildung	—
6	—	—	Spur Glykogen	—
10	—	—	—	—
14	—	—	—	—
		5. Willia anomala.		
1	—	—	—	—
2	—	—	Spur Glykogen	—
4	—	—	sehr schwache Bildung	—
6	Spur Glykogen	sehr schwache Glykogenbildung	Spur Glykogen	—
10	dto.	—	dto.	—
14	—	—	—	—

Die Frohberghefe bildet bei 30° bereits nach 24 Stunden reichlich Glykogen, während sie bei 20° sich erst nach 4 Tagen zu einer kräftigeren Glykogenbildung anzuschicken vermag. Bei 10° und 37° ist die Entwicklung dieses Reservestoffes eine mehr oder weniger herabgesetzte. Bei 10° tritt erst nach 10 Tagen eine mittelmäßige Glykogenbildung ein: bei 37° entwickelt sie zwar schon nach 2 Tagen diesen Körper, aber nur in schwachem Maße. Auch später kommt es bei dieser Temperatur zu keiner reichlicheren Vermehrung. Einzelne Zellen enthalten Glykogen durch längere Zeit, jedoch sind dies bereits abgestorbene Zellen.

Mycoderma cerevisiae ist nur in sehr schwachem Maße befähigt, diesen Körper auszubilden, ebenso auch Torula alba und Willia anomala. Bei Chalara Mycoderma scheinen Temperaturunterschiede zur Hervorbringung des Glykogens von geringerer Bedeutung zu sein; so ließ sich dieser Körper am 6. Tage bei 10°, 20° und 30° in vielen Zellen in gleichstarker Weise nachweisen. Auch an den anderen Tagen ließ sich kein wesentlicherer Unterschied erkennen. Bei tieferen Temperaturen bleibt die Glykogenbildung dieses Pilzes längere Zeit erhalten.

Hiermit schließe ich den ersten Teil meiner Betrachtungen „Über den Einfluß der Temperatur auf verschiedene Funktionen der Hefe", um in einem 2. Teil, der später erscheinen soll, noch näher auf ihre Bedeutung für die Gärungsvorgänge selbst, auf ihre Wirkung bei der Ausbildung der Zellgestalt, bei der Farbstoffproduktion, bei der Entwicklung der Heferiesenkolonien, weiter auf ihren Einfluß beim Weich- und Flüssigwerden der Hefe, bei der Überführung von Unter- in Oberhefe einzugehen; ferner möchte ich mich noch über dieselbe als hefeschwächender bzw. abtötender Faktor verbreiten und schließlich ihren Einfluß bei verschiedenen enzymatischen Prozessen darlegen.

Nachdruck verboten.

Aromabildner bei der Rahmsäuerung.

[Aus der bakteriologischen Abteilung der landwirtschaftlichen Versuchsstation Hoorn in Holland.]

Von **F. W. J. Boekhout** und **J. J. Ott de Vries.**

Mit 2 Fig. im Text.

Schon seit langer Zeit sind Versuche angestellt worden über die Ursache der Aromabildung bei der Butterbereitung. So beschreiben Storch, Conn, Weigmann, Mazé u. a. Mikroorganismen, welche charakterisiert sind durch die Bildung eines bestimmten Geruches in der damit hergestellten Butter. Diese Mikroorganismen scheinen aber keine allgemeine Bedeutung zu haben, weil ihr Auftreten nur sporadisch ist und man sie wahrscheinlich mehr als alleinstehende Fälle betrachten muß. Allgemeiner auftretende Aromabakterien sind dagegen die nachstehend beschriebenen Mikroorganismen:

Der Säurewecker, welcher bei der fabrikmäßigen Butterbereitung zum Ansäuern des Rahmes benutzt wird, besitzt, wenn er von guter Beschaffenheit ist, einen eigentümlichen, frischsauren Geruch, welcher schwer näher zu definieren, aber jedem Sachverständigen bekannt ist. Dieser spezifische Geruch wird nun nicht von den Milchsäurebakterien hervorgerufen, welche in einem derartigen Säureerreger vorkommen, denn man wird umsonst unter ihnen nach einer Sorte suchen, welche diese Eigenschaft besitzt. Im Gegenteil trifft man manchmal Stämme von Milchsäurefermenten, welche der Milch nach ihrer Entwicklung einen brenzlichen Geruch und Geschmack verleihen.

Legt man eine Kultur eines guten Säureweckers auf Molkengelatine[1]) an und läßt diese Kultur etwa eine Woche alt werden, so trifft man unter den Kolonien einige von verschiedener Größe an, welche, in Milch übergeimpft, nahezu keine Säurebildung zeigen, selbst nicht nach mehreren Tagen. Makroskopisch ändert sich die geimpfte Milch gar nicht; ebensowenig nimmt man einen bestimmten Geruch wahr; *aber, wenn man nachher ein Milchsäureferment zusetzt, tritt nach einigen Tagen das eigentümliche Aroma auf.* Demzufolge ist die Reinzucht der Aromabildner verhältnismäßig einfach. Nachdem die Kultur des Säureweckers 4—7 Tage bei 21° C gestanden hat, bringe man verschiedene Kolonientypen in Kölbchen, welche 30 ccm sterilisierter Milch enthalten. Diejenigen, welche nach 5 Tagen bei 21° C keine Gerinnung oder Absatzbildung zeigen, können die Aromabildner enthalten. Zur Trennung dieser Kölbchen impfte man dieselben entweder mit einem guten Milchsäureferment, welches 30 ccm steriler Milch, die mit einer Kolonie geimpft ist, innerhalb 2 Tagen bei 21° C zur Gerinnung bringt, oder man impft daraus andere Kölbchen mit Milch und bringt darein zu gleicher Zeit ein gutes Milchsäureferment. Diese letzte Arbeitsweise hat einigen Vorteil, weil sie mehr Möglichkeit schafft, die Aromabildner zu entdecken. Sobald die Milch geronnen ist, also nach 2 Tagen, entdeckt man noch wenig Aroma. wohl aber 3 Tage später, wo es aufzutreten anfängt. Aus den Kulturen, welche in dieser Zeit Aroma abgeben, können jetzt die Aromabildner isoliert werden, indem man davon wiederum Molkengelatine-Platten anlegt und diejenigen Kolonien abimpft, welche die Milch nicht sauer machen.

Was die Form anbelangt, so sind die Aromabildner Duplo- oder Streptokokken von verschiedener Größe: die von 2,5 μ für die Duplokokken, bis 8,75 μ für einen großen, 4gliedrigen *Streptococcus* wechselt. Das Wachstum auf Molkengelatine ist etwas langsam. Nach 2 Tagen beginnen die Kolonien, mit der Loupe ersichtlich zu werden und erreichen erst nach 3 Tagen oder später ihre volle Größe. Der Durchmesser dieser Kolonien ist bei den verschiedenen Abarten dieser Bakterie verschieden und steigt bis 1 mm; freilich ist aber für jede Sorte dieses Maß sehr verschieden, weil diese Bakterie in hohem Grade die Neigung besitzt, Kolonien zu bilden, welche stark in der Größe wechseln.

Dies ist wahrscheinlich gleichfalls die Ursache, weshalb in Kulturen der Säureerreger die Aromabildner in einer solchen Mannigfaltigkeit der Kolonien auftreten. Die Kolonien sind bald rund, bald unregelmäßig; der Inhalt ist meistens körnig oder mehr oder weniger opalisierend. Ihr Aussehen auf Molkengelatine ist verschieden, je nachdem man eine Platte anlegt von einer Reinkultur in Milch oder aus einer Mischkultur der Bakterie mit einem Milchsäureferment in Milch; in welch letztem Falle die Kolonien meistens bedeutend größer sind. In der Molkengelatine tritt gleichfalls Wachstum auf, welches anscheinlich etwas schneller vor sich geht. Es besteht dabei kein Unterschied, ob man anaërob oder in tiefer Schicht züchtet. Nach 2 Tagen sind die Kolonien in beiden Fällen schon dem unbewaffneten Auge sichtbar, während sie nach 5 Tagen stark entwickelt sind.

---

[1]) Molkengelatine wird von uns folgenderweise hergestellt: Gute, frische Milch wird mit Lab zur Gerinnung gebracht, der Bruch mit einem Messer bearbeitet und die Molken abgegossen. $^1/_2$ l dieser Molken setzt man 10 Proz. Gelatine zu; nach Auflösung im Dampftopf wird die saure Reaktion amphoter gemacht und die Flüssigkeit $^1/_2$ Std. im Dampf erhitzt. Der gebildete Niederschlag wird alsdann abfiltriert.

Auf Molkengelatine, welcher 0,1 Proz. Milchsäure zugesetzt wurde, entsteht nach 4 Tagen Kolonienbildung; wird der Säuregehalt aber verstärkt bis auf 0,35 Proz., so bleibt jede Entwicklung aus.

Was den Einfluß der Temperatur anbelangt, so ist zu bemerken, daß bei 21° und 25° C gutes Wachstum eintritt; daß aber höhere Temperaturen auf verschiedene Stämme ungünstig wirken. Unter den von uns untersuchten Aromabakterien kamen z. B. 2 nicht zur Entwicklung bei 31° C in Molken, welche durch ein Chamberland-Filter filtriert worden waren, während dies schnell der Fall war, wenn die Kulturen bei 21° C hingestellt waren.

Die Abtötungstemperatur wurde durch Impfung von Röhrchen bestimmt, welche sterile Milch enthielten und nach Zuschmelzen auf verschiedenen Temperaturen erhitzt wurden, indem man sie 10 Minuten in Wasser untertauchte, worauf dieselben 10 Tage bei 21° C hingestellt wurden. Nach dieser Zeit wurden die Röhrchen geöffnet und Strichkulturen auf Molkengelatine angelegt. Daher zeigte sich, daß bei 2 Arten von Aromabakterien noch Wachstum bei 53½° C auftrat, nicht aber bei 57° C, so daß unter diesen Verhältnissen die Tötungstemperatur zwischen 53½° und 57° C liegt.

Die Bakterien verhalten sich den Zuckerarten gegenüber verschieden. In neutraler Fleischbrühe mit ½ Proz. Pepton unter Zusatz einer ½ proz. Dextrose, Laevulose oder Galaktose konnte nur Wachstum beobachtet werden in den Flüssigkeiten mit Dextrose und Galaktose. Unter den Disacchariden Laktose, Maltose und Saccharose zeigte nur die erste Bakterienentwicklung. Als Kohlenstoffquelle können also dienen: Dextrose, Laktose und Galaktose; freilich sind diese Zuckerarten nicht alle gleichwertig und es kommt der Dextrose in dieser Hinsicht die erste Stelle zu. Außerdem gibt es aber noch Unterschiede bei den Varietäten der Bakterie. So gibt es einzelne Stämme, welche eine gleichstarke Entwicklung in Dextrose, Galaktose und Laktose zeigen, während bei anderen nie ein so intensives Wachstum in den Flüssigkeiten mit den beiden letzten Zuckerarten auftritt wie in Dextrose. Verwendet man anstatt Fleischbrühe eine ½ proz. wäßrige Peptonlösung mit Nährsalzen, so treten zwar dieselben Erscheinungen auf, allein das Wachstum ist bedeutend schwächer oder bleibt in einzelnen Fällen ganz aus, je nach dem verwendeten Bakterienstamme.

Ersetzt man das Pepton in derartiger Lösung durch ½ proz. Ammoniumsulfat, Asparagine oder Harnstoff, so bleibt jede Entwicklung aus, so daß diese Stoffe keine Verwendung als Stickstoffnährstoff finden können.

Wie schon mitgeteilt, rufen die Aromabakterien augenscheinlich keine Änderungen in der Milch hervor. Sogar nach mehrwöchigem Stehen im Brutschranke treten in den Kulturen keine äußerlichen Änderungen auf. Bei der chemischen Untersuchung zeigt sich aber, daß Umsetzungen stattgefunden haben. Als Beispiel kann nachstehender Versuch dienen:

Am 30. 3. 1917 wurden Kolben mit ½ l Zentrifugenmilch sterilisiert und nach Abkühlung gewogen und mit je einem Stamme der Aromabakterie geimpft; zwei dienen für die Kontrolle und bleiben ungeimpft. Alle Kolben wurden in einen Thermostaten gesetzt mit einer Temperaturschwankung zwischen 30 und 32° C und nach 1 Monat herausgenommen. Ein Unterschied zwischen der geimpften und nichtgeimpften Milch ist im Aussehen nicht wahrzunehmen; dagegen ist der Geschmack der ersten auffällig süßer. Aus jedem Kolben wird eine Strichkultur auf Molkengelatine zur Kontrolle angelegt und darauf das Gewicht, welches infolge der Verdunstung um etwa 20 g heruntergegangen ist, durch Zusatz von destilliertem Wasser auf das ursprüngliche zurückgebracht. Die Untersuchung auf den Milchzuckergehalt nach Scheibe ergab für die nichtgeimpfte Milch pro 5 ccm 343 mg, für die geimpfte für die verschiedenen Stämme 410 resp. 383 und 369 mg Kupfer. Die Menge des Kupfers, welche reduziert wurde, hatte sich infolge des Bakterienwachstums ziemlich stark vermehrt; es müssen daher die Aromabildner den Milchzucker invertieren. Obenstehende Zahlen geben einen Einblick in das Maß jener Umsetzung. Bei Inversion von 171 mg Milchzucker zu 90 mg Dextrose und ebensoviel Galaktose entsteht bei dieser Analyse eine Kupferzunahme, welche 171 + 170 — 232 oder 114 mg beträgt, weil diese Zahlen die Gewichte des Kupfers angeben, welche durch diese Mengen der Zuckerarten gefällt werden.

Wenn jetzt die gebildete Dextrose und Galaktose nicht weiter angegriffen wird durch die Aromabakterie, so würden die gefundenen Zunahmen an Kupfer 410 resp. 383 und 369 — 342 mg oder 68 resp. 41 und 27 mg umzurechnen sein für zersetzten Milchzucker nämlich für den ersten Fall.

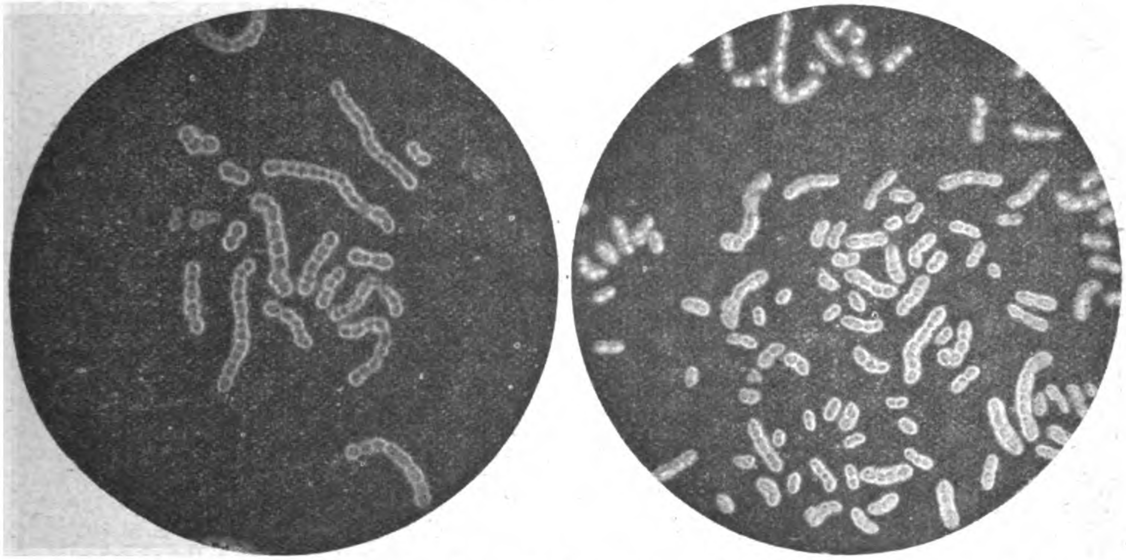
$$\frac{68}{114} \times 171 = 102 \text{ mg Milchzucker oder } 107{,}4 \text{ mg Milchzuckerhydrat,}$$

welche umgesetzt wurden in 53,7 mg Dextrose und Galaktose.

Bei der polarimetrischen Bestimmung würde man in diesem Falle mit Rücksicht auf die spezifische Drehung, welche für Milchzuckerhydrat 52,53°, für Dextrose 52,80° und für Galaktose 80,88° beträgt, eine Zunahme der Drehung finden müssen von 18,4'. Es zeigte sich aber, daß die Drehung nur um 12' vermehrte, also ein Unterschied von 6,4' bestand.

Von den übrigen Kulturen, welche eine Erhöhung der Kupferreduktion von 41 resp. 27 mg ergaben, hatte die erste dieselbe Drehung behalten wie die ursprüngliche Milch, während die zweite sogar 2' zurückgegangen war. Hieraus kann man schließen, daß entweder Dextrose oder Galaktose oder beide durch die Aromabakterie angegriffen werden.

Außer der Inversion des Milchzuckers verursachen die Aromabakterie in der Milch noch eine geringe Säurevermehrung, welche nach ca. 1 Monat 3—6 ccm $^1/_{10}$ norm. pro 100 ccm Milch beträgt. Die Wasserstoffionenkonzentration, elektromotorisch gemessen, geht dabei herauf von $1{,}85 \times 10^{-7}$ für die sterilisierte, ungeimpfte Milch, bis $4{,}87$ à $5{,}24 \times 10^{-7}$ für die geimpfte Milch. Zur näheren Bestimmung der Säure wurden 2 l einer viele Wochen alten Kultur im vacuo eingedampft und das Destillat titriert. Nach 3 Wochen betrug bei Zimmertemperatur die totale Menge der Säure, welche überging, 15 ccm $^1/_{10}$ norm., nach 5 Wochen betrug sie 21 ccm $^1/_{10}$ norm. Das neutralisierte Destillat wurde darauf wiederum im vacuo eingetrocknet, der Rückstand aufgenommen in 110 ccm Wasser und diese Lösung nach der Methode von Duclaux untersucht. Die also erhaltenen Destillationszahlen zeigten, daß Essigsäure vorlag. Ungeimpfte, sterilisierte Milch, in derselben Weise behandelt, gab nach 3 Wochen bei 21° C pro 2 l nur 0,5 ccm $^1/_{10}$ norm. Säure im Destillat. Die Aromabakterien bilden also Essigsäure in der Milch, daß aber zugleich noch andere, nicht flüchtige Säuren entstehen, ist sehr wahrscheinlich, mit Rücksicht auf die Beziehungen zwischen der Säuremenge im Destillat und derjenigen in der Milch. 2 Kulturen in Magermilch verschiedener Stämme, welche über 5 Monate bei Zimmertemperatur standen, titrierten z. B. 33,0 ccm und 21,0 ccm $^1/_{10}$ norm. pro 100 ccm. Beim Eindampfen im vacuo unter Zusatz von Weinsäure gingen pro Liter über 62,9 und 39,9 ccm $^1/_{10}$ norm. Essigsäure, während ohne Weinsäurezusatz diese Zahlen 24,0 resp. 10,7 ccm $^1/_{10}$ norm. betrugen. Nimmt man die Titerzahl der ursprünglichen Magermilch mit 17 ccm $^1/_{10}$ norm. pro 100 ccm an, so ist die Säurezunahme in beiden Kulturen 160 resp. 40 ccm $^1/_{10}$ norm. pro Liter gewesen; es wurde also wenigstens in der ersten Kultur nichtflüchtige Säure gebildet. Daß die Essigsäure größtenteils im gebundenen Zustande vorhanden ist, liegt auf der Hand, da ja die Milch durch den Käsestoffgehalt als Neutralisationsmittel wirken kann.



Die Mikrophotographien stellen Aromabakterien von 2 verschiedenen Stämmen dar bei 1000facher Vergrößerung. Aufnahme nach der Tusche-Methode in Kollargol.

Neben der Inversion des Milchzuckers und der Bildung von Essigsäure zeigen die Aromabakterien noch eine dritte Eigenschaft: Wenn nämlich Milchkulturen, nachdem sie wenigstens 1 Monat bei 30° C gestanden haben, im Dampf auf 100° C erhitzt werden, so tritt bei verschiedenen Stämmen nach 10—60 Minuten Gerinnung der Flüssigkeit ein. Diese Koagulierung wird nicht von der Säure hervorgerufen, weil die Titerzahl der Milch nur 21—24 ccm $^1/_{10}$ norm. pro 100 ccm beträgt und infolgedessen unterhalb der Säuregrenze liegt, welche unter diesen Umständen nötig ist für die Gerinnung der Milch. Während der Gerinnung ändert der Säuregrad sich annähernd nicht. So war bei einer einmonatlichen Kultur die Titerzahl vor und nach der Erhitzung 22 ccm $^1/_{10}$ norm. pro 100 ccm, während sie für dieselbe Kultur nach 2 Monaten sich auf 24 resp. 23 ccm $^1/_{10}$ norm. beliefen. Eine andere Kultur zeigte ebenfalls nach 1 Monat beim Stehen bei 32° C die Änderung nicht und blieb 20 ccm $^1/_{10}$ norm.; nach $2\frac{1}{2}$ Monaten waren aber diese Zahlen vor und nach der Gerinnung 22 resp. 21 ccm $^1/_{10}$ norm. pro 100 ccm, während die bei diesen Versuchen gebrauchte Milch ungeimpft 17 ccm $^1/_{10}$ norm. titrierte. Ebensowenig ist bei der Gerinnung ein Unterschied in dem löslichen Kalkgehalte der Milch zu verzeichnen. So wurden bei 2 Stämmen im Serum der geronnenen Milch pro 25 ccm gefunden 13,7 und 13,6 mg CaO, während die Kontrollmilch 13,5 mg CaO lieferte. Dieses eigentümliche Verhalten beim Erhitzen der alten Milchkulturen gab Veranlassung zur Untersuchung, inwiefern die Aromabakterien die Eiweißkörper der Milch umsetzen.

Strichkulturen auf Molkengelatine, welcher 1,5—3 Proz. steriler Milch zugesetzt war, oder deren Oberfläche mit einer dünnen Schicht steriler Milch benetzt worden war, zeigten nach 4 Wochen nicht die geringste Lösung des Käsestoffes. Auch auf chemischem Wege konnte keine eingreifende Änderung in dieser Hinsicht nachgewiesen werden. Nach 1 Monat war der totale Stickstoffgehalt der geimpften und nichtgeimpften Milch vollständig derselbe geblieben, was gleichfalls für den Gehalt an Amido-Verbindungen, Ammoniak und Peptone galt.

Da wir in dem Aromabildner die ersten bekannten Vertreter der Bakterienarten besitzen, welche imstande sind, Milchzucker zu invertieren, so ist diese Eigenschaft noch einer näheren Prüfung unterzogen worden. Es wurde daher erstens verfolgt, inwiefern eine Erhöhung des Säuregrades förderlich wirkt auf die Inversion. Dazu wurden Kolben mit 500 ccm Zentrifugenmilch unter Zusatz von 5 ccm ½ norm. Milchsäure mit verschiedenen Stämmen geimpft. Nach vollen 2 Monaten wurde die Zunahme im Reduktionsvermögen der Milch bestimmt. Die Menge Kupfer, welche alsdann durch die geimpfte Milch ausgefällt wurde, betrug pro 5 ccm 12 resp. 13,5 und 22,5 mg Cu mehr wie für die Kontrollmilch. Unter diesen Umständen war also von einem begünstigenden Einflusse der Säure nicht viel zu merken, weil die früher angeführten Zahlen für normale Milch höher liegen. Weiter wurde untersucht, ob vielleicht die Sauerstoffspannung Einfluß auf die Inversion habe. Dazu wurde in hoher und untiefer Schicht gezüchtet. Für die ersteren werden Kolben von 700 ccm Inhalt, gefüllt mit 500 ccm Zentrifugenmilch, geimpft mit einzelnen Stämmen. Nach 38 Tagen betrug die Zunahme der Reduktion 5 ccm, für jeden der beiden Stämme 12 und 23,5 mg. Der Säuregrad der Kontrollmilch war 20,0 ccm $^1/_{10}$ norm. pro 100 ccm; für die geimpfte Milch jedesmal 23,0 ccm $^1/_{10}$ norm. Die Züchtung in untiefer Schicht geschah in Erlenmeyerkolben von ± 500 ccm Inhalt mit ± 100 ccm Zentrifugenmilch. Als Impfmaterial dienten dieselben Stämme wie für den vorigen Versuch. Nachdem die Kulturen 38 Tage alt waren, zeigte die Kupfermenge, welche sich aus 5 ccm niederschlug, einen Zuwachs von 29,5 resp. 30,5 mg, während der Säuregrad, welcher für die Kontrollmilch 17 ccm $^1/_{10}$ norm. pro 100 ccm ausmachte, für die Kulturen 21 resp. 22 ccm $^1/_{10}$ norm. betrug. Wo daher die Kulturen in untiefer Schicht eine etwas stärkere Inversion nachwiesen, wie die Kulturen in hoher Schicht, kann man schließen, daß eine ziemlich starke Sauerstöffzufuhr für diese charakteristische Lebenserscheinung der Aromabakterien einigermaßen förderlich ist.

Gleich wie in der Milch, tritt die Inversion in den Molken auf. So war nach 1 Monat die Reduktionszunahme in Molken, welche durch eine Chamberlandkerze sterilisiert worden waren, 16 und 11 mg Kupfer pro 5 ccm Flüssigkeit für zwei einzelgezüchtete Stämme. In Fleischbrühe mit ½ Proz. Pepton, welcher 5 Proz. Milchzucker zugesetzt war, verhielten die Aromabakterien sich aber anders. Nach 1 Woche zeigten die Kulturen bei 25° C dem Kontrollversuche gegenüber eine Abnahme von 22,5 resp. 20,5 und 7,5 mg Kupfer pro 5 ccm Flüssigkeit. In 2 Wochen alten Kulturen war der Verlust reduziert auf 12 resp. 2 mg, während in der 3. Woche ein Zuwachs von 12 mg Kupfer verzeichnet wurde. 14 Tage später waren die Zahlen 18 resp. 2,5 mg und die Zunahme sank auf 3,5 mg Kupfer, während bei den 2 Monaten alten Kulturen wiederum für alle eine Abnahme der Kontrollmilch gegenüber von 28,5 resp. 7,5 und 5,5 mg Kupfer konstatiert wurde. Die Aromabakterien zeigen also in dieser Flüssigkeit anfänglich eine Verringerung des Zuckergehaltes, worauf eine Periode mit geringerem Unterschiede folgt, oder die ursprüngliche Reduktionszahl wurde sogar überschritten, was für alle auf eine Zunahme hinweist; darauf folgt wiederum ein Sinken, welches langsam fortschreitet.

Die Bestimmung des Milchzuckergehaltes in derartigen Flüssigkeiten mit Pepton kann nicht nach der Methode Scheibe durchgeführt werden, denn die Ausfällung mit Kupfersulfat liefert alsdann nicht den gewünschten Erfolg und es entsteht nach Behandlung mit der Fehlingschen Lösung kein Cu_2O-Präzipitat, sondern nur ein gelber Farbenumschlag. Zur Klärung benutzten wir deshalb die Phosphorwolframsäure. 10 ccm der Flüssigkeit wurden 5 Tropfen verdünnter Schwefelsäure (1 : 4) und 0,6 g phosphorwolframsaures Natrium zugesetzt, welches zuvor in wenig Wasser gelöst worden war. Darauf wurde nachgefüllt auf 100 ccm und 50 ccm des gewöhnlich etwas opalisierenden Filtrats, alkalisch gemacht mit NaOH, worauf die Flüssigkeit sich klärte. Alsdann wurden 100 ccm Fehlingscher Lösung zugesetzt und weiter in gewöhnlicher Weise behandelt.

Über den Einfluß der Temperatur auf das Reduktionsvermögen der Kulturen gibt nachstehender Versuch einige Deutung. In Molken, welche ein Chamberlandfilter passiert hatte, trat bei 30° C. für einen Stamm der Aromabakterien ein erhöhtes Reduktionsvermögen auf, welches 35 mg Cu pro 5 ccm betrug. Derselbe Stamm lieferte dagegen in derselben Zeit bei 21° C eine Zunahme von nur 4 mg oder ± $^1/_9$ der Kultur bei 31° C. In der Milch tritt auch eine derartige Erscheinung auf. Bei 31° C gaben 3 Stämme eine Erhöhung des Kupfergewichtes von 60 resp. 36 und 29 mg, während diese Erhöhung für dieselben Stämme in derselben Milch bei 21° C betrug für zwei 40 resp. 21 mg und der dritte eine Abnahme von 5 mg zeigte. Der Unterschied von 10° C der Temperatur rief also eine Abnahme von 20 resp. 15 und 34 mg Kupfer hervor.

Wir haben es also mit der eigentümlichen Erscheinung zu tun, daß, während bei 31° C alle Kulturen eine Inversion des Milchzuckers hervorrufen, diese Inversion bei 20° C geringer ist oder sogar nachläßt. Wahrscheinlich wird dies aber ein fiktiver Unterschied sein. Tatsächlich hat man ja in den Kulturen zweier Faktoren Rechnung zu tragen, nämlich dem invertierenden Enzym einerseits und der völligen Zersetzung des Zuckers für das Leben der Bakterien andererseits. Die Änderung in der Kupfermenge wird also bedingt durch das jemalige Verhältnis dieser beiden Prozesse. Waltet die Inversion vor, so wird eine Zunahme des reduzierten Kupfers gefunden; ist die Zuckerabsorption überlegen, so nimmt die Menge des Kupfers ab. Sind beide Faktoren gleich stark, so bleibt die Reduktionszahl konstant. Hierin liegt also wahrscheinlich die Erklärung des eigentümlichen Verhaltens der Aromabakterien in Fleischbrühe mit Pepton und Milchzucker.

Daß in dem Nährmedium ein Enzym entsteht, welches Milchzucker invertiert, konnte folgenderweise gezeigt werden: Einige Kulturen, welche 1 Monat alt waren, wurden durch eine sterilisierte Chamberlandkerze filtriert und der Ansatz, welcher sich auf der Tonkerze bildete, mittels einer kleinen Bürste, welche mit Aceton angefeuchtet war, abgenommen. Nach wiederholtem Auswaschen mit Aceton wurde die Substanz an der Luft getrocknet, darauf fein im Mörser zerrieben und nachher in 100 ccm einer wäßrigen 5 proz. Milchzuckerlösung mit 2 ccm Chloroformzusatz gebracht. Die Erlenmeyerkölbchen mit dieser Lösung wurden bei 25° C hingestellt und 19 Tage später untersucht, nachdem sie auf das ursprüngliche Gewicht zurückgebracht worden waren[1]). Die Zahl der Milligramme des reduzierten Kupfers, welche bei der Flüssigkeit als solche pro 5 ccm 318 betrug, stieg während jener Zeit im Kölbchen mit dem Enzymzusatze bis 333, nahm also um 15 mg zu. Eine Wiederholung dieses Versuches ergab einen geringeren Unterschied im Kupfergehalt, nämlich 7 mg. Daß hier nur ein Endoenzym vorliegt, kann durch diesen Versuch nicht entschieden werden, weil der Ansatz auf der Chamberlandkerze außer Bakterienzellen auch addiertes Ektoenzym enthalten kann. Zwecks Lösung dieser Frage wurden einige 1 Monat alte Kulturen der Aromabakterien in Molken abfiltriert durch ein Chamberlandfilter und das Filtrat auf einige Kölbchen mit etwas Chloroform verteilt, darauf wiederum 1 Monat bei 31° C hingestellt. Zur Kontrolle dienten einige Kölbchen, in welchen die Flüssigkeit zuvor aufgekocht worden war. Nach jener Zeit im Brutschranke wurden die Kölbchen mit destilliertem Wasser auf ihr ursprüngliches Gewicht gebracht und das Reduktionsvermögen bestimmt. Dies war aber für das gekochte, sowie für das nicht erhitzte Filtrat dasselbe geblieben, so daß daraus der Schluß gezogen werden kann, daß es sich sehr wahrscheinlich um kein Ektoenzym handelt, weil Absorption durch das Filter möglich ist. Eine Wiederholung dieses Versuches lieferte dasselbe Ergebnis.

Nach dieser Übersicht der biologischen Wirkungen der Aromabakterien kann jetzt die Frage nach der Ursache des aromatischen Geschmackes und Geruches gestellt werden und wie er zustande komme. Wie schon hervorgehoben, ist die Zusammenwirkung des Milchsäurefermentes mit dem Aromabildner notwendig, und zwar bleiben jetzt zwei Möglichkeiten: entweder bilden die Aromabakterien das Aroma aus den Stoffwechselprodukten der Milchsäurefermente, oder diese letzteren bringen es aus den Spaltungsprodukten der ersteren hervor. Zur Feststellung der richtigen Auffassung wurden erstens Kulturen eines gut virulenten Milchsäurefermentes in Milch, welche einige Tage alt und folglich geronnen war, einige Zeit auf 100° C erhitzt und nach Abkühlung mit Aromabildnern geimpft. Da aber jedes Aroma ausblieb, wurde der Versuch umgekehrt und Milchkulturen verschiedener Aromabildner, welche 18, 27 und 31 Tage bei 20° C und 30° C gestanden hatten, nach Erhitzung auf 10 Minuten auf 100° C und darauffolgender Abkühlung mit einem Milchsäurefermente geimpft. 5—10 Tage darauf trat ohne Ausnahme der Aromageruch auf. Der Geschmack war gleichfalls aromatisch, aber zugleich süßlich. Namentlich nach Verwendung von Zentrifugenmilch hatte der Versuch guten Erfolg; bei Vollmilch entsteht ja in derartigen Kulturen ein Nebengeruch durch Oxydation des Fettes, was immer beim langen Stehen auftritt. Hiermit war also nachgewiesen, daß die Aromabildner in der Milch Stoffe bilden, welche die Milchsäurefermente zur Aromabildung veranlassen.

Es wurde dann versucht, ausfindig zu machen, welcher Bestandteil der Milch indirekt die Ursache der Aromabildung ist, nämlich die Eiweißkörper oder der Milchzucker. Daß der Milchzucker im invertierten Zustande sich nicht daran beteiligt, ging wohl daraus hervor, daß in Milch mit ½ proz. Dextrose oder Galaktose oder mit ½ Proz. beider Zuckerarten durch das Milchsäureferment kein Aroma gebildet wird, sogar nicht nach 6—8 Tagen. Mit Rücksicht auf dieses negative Ergebnis kann man also annehmen, daß die ungelösten Eiweißkörper nach Umwandlung durch die Aromabakterien das richtige Agens liefern. Eine Stütze für diese Auffassung ist folgendes: Wenn man diese Eiweißkörper durch ein Chamberlandfilter abfiltriert und das Serum mit einer Aromabakterie und einem Milchsäurefermente impft, so entsteht nach 12 Tagen kein Aroma, auch nicht nach Zusatz von Kasein-Pepton. Dieselbe Erscheinung tritt auf, wenn anstatt Milch durch Filtration ein Nährboden bereitet wird aus Kulturen von Aromabakterien in Milch, welche 26 Tage bis 1 Monat alt sind. Wenn man dieses Serum mit einem Milchsäurefermente impft, so ist auch nach 14 Tagen kein Aroma festzustellen. Hiermit steht im Einklange, daß in Fleischbrühe mit ½ Proz. Pepton, welche ½ Proz. Laktose, Dextrose oder Galaktose enthält, kein Aroma entsteht.

---

[1]) Im Anfang des Versuches waren die Kölbchen vor dem Zusatze des Chloroform gewogen. Dieses verdampfte während dem Aufenthalt im Brutschrank vollständig.

Es gelang uns aber nicht, den direkten Nachweis zu liefern, daß die Eiweißkörper die Quelle für die Aromabildung sind. Wenn Käsestoff in Lösung gebracht wird mit Kalkwasser oder Natronlauge, mit darauf folgender Neutralisation durch Phosphorsäure oder ohne dieselbe und weiterem Zusatze von Nährsalzen und 5 Proz. Milchzucker, so trat nach Impfung nie Aromabildung auf. Es ist dabei einerlei, ob der Käsestoff aus frischer Milch oder aus Kulturen der Aromabakterien in Milch bereitet war, in welchem letzteren Falle bloß mit Milchsäurefermenten geimpft wurde. Ein Übelstand dieser Lösungen ist es aber, daß beim Sterilisieren der Käsestoff in geringem oder stärkerem Maße ausfällt und folglich der Einwirkung der Bakterien entzogen wird. Dem kann man vorbeugen, indem man gleiche Teile der Milch und der Lösung nimmt, welches Gemische beim Sterilisieren unverändert bleibt. Man ist dann aber sachgemäß soweit im Versuche eingeschränkt, daß nur gearbeitet werden kann mit Käsestoff, der aus Aromakulturen stammt, und die Impfung kann bloß mit einem Milchsäurefermente stattfinden. Versuche in dieser Richtung haben trotzdem keinen anderen Erfolg gehabt wie die vorigen. 18 Tage nach der Impfung war auch da kein Aroma aufgetreten. Vielleicht wird das Nichtgelingen dieser Experimente den geringen Veränderungen zugeschrieben werden müssen, welche das Eiweißmolekül erleidet bei der chemischen Behandlung, die zur Bereitung und Lösung des Käsestoffes nötig sind.

Wo die Umsetzung, welche die Aromabakterien im Käsestoff hervorrufen, sich nur in einer Gerinnung bei 100° C äußerte und weiter jede chemische Deutung fehlt, so ist es ersichtlich, daß es sich hier um Änderungen handelt, welche in chemischer Hinsicht gering sind. Daß durch eine kleine Abweichung im Bau des Eiweißmoleküls, wie es in der Milch vorkommt, Aromabildung ausgeschlossen wird, ist wahrscheinlich nicht unmöglich.

Wie gesagt, ist für die Aromabildung die Zusammenwirkung zwischen Aromabakterien und Milchsäurefermenten nötig. Es ist aber nicht gleichgültig, von welcher Art die Milchsäurebakterien genommen werden, da in dieser Hinsicht große Unterschiede auftreten können. Wir untersuchten bei 5 Stämmen der Aromabakterien das Verhältnis gegenüber 3 Arten von Milchsäurefermenten, welche, jede für sich, gut virulent waren und der Milch nicht den geringsten unangenehmen Geschmack oder Geruch verliehen. 3 der 5 Aromabakterien lieferten gute Ergebnisse mit allen 3 Milchsäurefermenten, während die übrigen 2 Stämme nur mit 1 Art der Milchsäurebakterien eine gute Symbiose ergaben, und zwar war es für beide dasselbe Milchsäureferment.

Bei Anwesenheit der Aromabakterien bilden die Milchsäurefermente nicht bloß Aroma, sondern diese Kombination der beiden Mikroorganismen erhöht auch in der Milch ziemlich stark den Gehalt an flüchtiger Säure. So wurde aus $2^1/_2$ l einer derartigen 4 Tage alten Milchkultur beim Eindampfen im vacuo ein Destillat erhalten mit einer totalen Säuremenge von 212 ccm $^1/_{10}$ norm., während dieselbe Kulturmenge des bloß 5 Tage alten Milchsäurefermentes nur 27 ccm $^1/_{10}$ norm. lieferte. Untersucht nach der Methode von Duclaux, erwies sich die Säure in beiden Fällen als Essigsäure.

Wenn die Kulturen älter werden, geht der Gehalt an flüchtiger Säure stark zurück. So betrug diese Menge für genau dieselbe Mischkultur in derselben Milch nach vollen 2 Monaten nur noch 85 ccm $^1/_{10}$ norm., während das Milchsäureferment für sich 24 ccm $^1/_{10}$ norm. ergab. In dieser Zeit war also der Essigsäuregehalt heruntergegangen auf 127 ccm $^1/_{10}$ norm. für die Mischkultur, während die Kultur des Milchsäurefermentes nur 3 ccm $^1/_{10}$ norm. zurückging.

Daß die Zunahme der Essigsäureproduktion nicht nur von der Aromabakterie verursacht wird, geht wohl daraus hervor, daß diese an und für sich nicht zu einer solchen Säuremenge ansteigt. So lieferten pro 2 l Milch einer 6 Tage alten Mischkultur 140 ccm $^1/_{10}$ norm. Essigsäure, das Milchsäureferment allein in derselben Milchmenge aber 24 ccm $^1/_{10}$ norm., und die Aromabakterie allein unter Weinsäurezusatz bei der Destillation 70 ccm $^1/_{10}$ norm. Essigsäure. Folglich entstanden in der Mischkultur 46 ccm $^1/_{10}$ norm. Essigsäure mehr wie die Summe der einzelnen Kulturen.

Nachdruck verboten.

Beitrag zur Frage der Nitrifikation des Stallmiststickstoffes in der Ackererde.

[Mitteilung aus dem Bakteriologischen Laboratorium der Zentralanstalt für landwirtschaftliches Versuchswesen auf Experimentalfältet bei Stockholm.]

Von Prof. **Chr. Barthel.**

Die Frage der Ausnützung des Stallmiststickstoffes in der Ackererde zur Ernährung der Pflanzen hat stets sowohl die Forscher wie die praktischen Landwirte interessiert, und dies ist auch ganz natürlich, denn der Stickstoff ist ja, vom chemischen Gesichtspunkt aus betrachtet, unzweifelhaft der wertvollste Bestandteil des Stallmistes.

Aus praktischen Erfahrungen weiß man, daß die Stickstoffwirkung des Kuhdüngers sich nicht allein auf das 1. Wachstumsjahr beschränkt, sondern daß sie auch im 2. und 3. Jahr, zuweilen sogar noch nach einer längeren Zeit, mehr oder weniger deutlich hervortritt. Was man jedoch noch nicht mit Sicherheit weiß, das ist, ein wie großer Teil des Stickstoffes des Stallmistes den Pflanzen unmittelbar oder wenigstens im 1. Jahr zugute kommt, und in welchem Grade die verschiedenen im Stallmist enthaltenen Stickstoffverbindungen wirklich als Pflanzennahrung von Bedeutung sind.

Die im folgenden beschriebenen Versuche bezwecken keinesfalls eine Beantwortung aller dieser Fragen; hierzu wären viel längere und umfassendere Untersuchungen erforderlich, aber sie können doch in einiger Weise als ein Beitrag zur Lösung der Frage der ersten Umwandlungen des Stallmiststickstoffes in der Ackererde betrachtet werden.

Schon seit langem weiß man, daß der Stickstoffgehalt des Harnes in erster Reihe verwertet wird (nachdem dieser Stickstoff erst in Ammoniak übergeführt worden ist, was sehr schnell geschieht). Was wiederum den festen Dünger betrifft, so waren schon in älteren Zeiten die Landwirte darüber im klaren, daß die Stickstoffwirkung dieses Düngers recht unbedeutend ist; es wurde aber gleichzeitig hervorgehoben, daß der feste Dünger, infolge seiner humusbildenden Eigenschaften, von großem, ja unschätzbarem Werte sei.

In neuerer Zeit ist noch ein neues Moment bei der Beurteilung der Wirkung des festen Düngers in der Ackererde hinzugekommen, nämlich die Kenntnis der unerhörten Mengen von Mikroorganismen, die sich im Dünger befinden und mit ihm der Erde zugeführt werden, wo sie zu denjenigen Umsetzungen der Pflanzennährstoffe beitragen, die diese letzteren für die Pflanzen assimilierbar machen.

Nach den Untersuchungen von Löhnis[1] beträgt die Anzahl der lebenden Mikroorganismen im Dünger oft viele Milliarden pro Gramm.

Die eingehendsten und am sorgfältigsten ausgeführten Versuche über den Stoffwechsel im Stalldünger und die Wirkung dieses unter verschiedenen Bedingungen, die in neuerer Zeit ausgeführt worden sind, sind die an den landwirtschaftlichen Versuchsanstalten in Groningen in Holland von B. Sjollema und J. C. de Ruyter de Wild[2] vorgenommenen. Diese Versuche sind zwar reine Laboratoriumsversuche; die unter verschiedenen Verhältnissen gelagerten Düngerproben, die ununterbrochen analysiert wurden, um den im Dünger vor sich gehenden Umsetzungen bis ins einzelne folgen zu können, wurden aber später in Gefäßversuchen auf ihre Düngungswirkung auf Hafer geprüft.

Unter Übergehung der übrigen, bei diesen Untersuchungen erhaltenen, interessanten Resultate, will ich hier nur anführen, daß die Gefäßversuche zeigten, daß bei sämtlichen Düngerproben der Dünger mehr Ammoniak enthielt, als von den Pflanzen aufgenommen wurde. Aus diesen Versuchen lassen sich also keine Schlüsse über die Ausnutzung der sonstigen Stickstoffverbindungen des Düngers seitens der Pflanzen ziehen.

Die Versuche zeigen ja auch, daß der Stickstoffgehalt des Düngers, ja selbst sein Gehalt an Ammoniakstickstoff, nicht als Wertmesser für die Düngungswirkung des Stallmistes dienen kann.

Unsere eigenen Versuche beabsichtigten, zu ermitteln, ein wie großer Teil des Stickstoffes des Stallmistes in Ackererden von verschiedener Reaktion unter für die Nitrifikation im übrigen günstigen Verhältnissen in Salpeterstickstoff übergeht. Die Versuche betrafen solchen Mist, der unter Abscheidung des Harnes und der Jauche gesammelt und verwahrt worden war. Die flüssigen Bestandteile der Dünger werden auf dem Experimentalfältet in einem besonderen Jauchebrunnen aufgesammelt und aufbewahrt. Die bei unseren Versuchen zur Verwendung gekommenen Erdproben waren voneinander in bezug auf die Reaktion wesentlich verschieden. Die eine stammte von dem Versuchsfeld der botanischen Abteilung der Zentralanstalt und bestand aus einem ursprünglich steifen Lehmboden, der jedoch seit langer Zeit reichlich gedüngt, humusreich und in hoher Kultur ist. Diese Erde zeigte gegen Lackmus neutrale Reaktion. Die andere Erde bestand aus einem etwas leichteren Lehmboden und stammte aus Ensta, einem zum Rittergut Näsby gehörigen Hofe. Auch diese Erde befindet sich in guter Kultur. Die

---

[1] Fühlings Landw. Zeitg. Bd. 63. 1914. S. 153.

[2] Sjollema, B., en de Ruyter de Wild, I. C., Proeven over omzettingen in en werking van stalmest. (Cultura. Bd. 18. 1906. S. 66; Verslag. v. Landbouwkund. onderzoek. d. Rijkslandbouwproefstat. 1907 u. 1910.)

Reaktion gegen Lackmus war ausgeprägt sauer. Bei der qualitativen Prüfung des Säuregrades der Erde wandten wir außer der Lackmusprobe auch die Trougsche Methode an[1]. Bei dieser Methode, die sehr einfach ist, werden einige Gramm der Erde mit einer Zinksulfidlösung in einem Erlenmeyerkolben gekocht. Quer über die Mündung des Kolbens wird ein vorher in Bleiazetatlösung angefeuchteter Filtrierpapierstreifen gelegt. Beim Kochen entweicht, wenn die Erde sauer ist, Schwefelwasserstoff, der den Bleipapierstreifen, je nach dem größeren oder geringeren Gehalt der Erde an Säure, mehr oder weniger dunkel färbt. Die Methode hat auch den Vorteil vor der Reaktionsbestimmung mittels Lackmuspapier, daß die gefärbten Bleipapierstreifen nach dem Auswaschen aufbewahrt und dem Untersuchungsprotokoll beigefügt werden können. Dagegen aber gibt sie aber nicht an, ob die fragliche Erde alkalisch oder neutral ist (in welchen beiden Fällen man keine Färbung erhält), sondern nur, ob sie mehr oder weniger sauer ist. Troug hat seiner Beschreibung des Verfahrens eine Farbentafel beigelegt, und nach dieser wäre die Ensta-Erde von „medium acidity".

Obschon die beiden von uns angewendeten Erdproben in ihrer Reaktion voneinander ganz verschieden waren, zeigten sich beide im Besitze eines recht kräftigen Nitrifikationsvermögens, und dies ist ja eigentümlich, angesichts dessen, daß man bisher gewöhnlich gemeint hat, die Nitrifikation könne nur bei neutraler oder schwach alkalischer Reaktion ganz ungehindert vor sich gehen. Worauf nun diese kräftige Salpeterbildung in der sauren Erde beruht, ob es sich hierbei um besonders angepaßte Formen der gewöhnlichen Salpeterbakterien handelt, oder ob es sich um ganz andere, bis jetzt unbekannte Nitrifikationsorganismen handelt, darüber wissen wir noch nichts.

Alle diesbezüglichen Untersuchungen werden in hohem Grade dadurch erschwert, daß es schwer ist, den Säuregrad der verschiedenen Erden quantitativ zu bestimmen. Die einzige wirklich exakte Methode hierfür wäre ja die Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration in der Erde auf direktem Wege, aber hierfür gibt es bisher keine befriedigende Methodik.

Der Unterschied im Säuregrad bei den von uns angewendeten Erden ging im übrigen auch bei der sogenannten Azotobacterprobe (nach Harald R. Christensen) hervor, die für die Erde von Experimentalfältet einen positiven, für die Erde von Ensta aber einen negativen Ausschlag gab.

Bei unseren Versuchen wurde die Erde gesiebt und in 5 kg Erde haltende Glastöpfe verteilt. Beim 1. Versuche wurde Erde vom botanischen Versuchsfelde angewendet. Bevor die Erde in die Töpfe geschüttet war, erhielten die verschiedenen Portionen folgende Zusätze genau eingemengt:

Topf I: Keinen Zusatz (Kontrolle).
„ II: 20 g Dünger pro kg Erde
„ III: 40 „ „ „ „ „
„ IV: 100 „ „ „ „ „
„ V: 2 „ Am_2SO_4 „ „ „

Der Dünger war einige Monate alt, gut gerottet und enthielt keine Jauche, da diese, wie vorher bemerkt, in der Dungstätte des Experimentalfältet in einem besonderen Jauchebrunnen für sich aufgesammelt wird.

Nachdem die Erde in den Töpfen durch Anstoßen jedes Topfes eine bestimmte Anzahl von Malen auf den Fußboden etwas gepackt war, wurden die Töpfe mit Korkpfropfen, in deren Mitte sich eine kurze Glasröhre mit

---

[1] Troug, E., A new test for soil acidity. (Agric. Experim. Stat. of the Univ. of Wisconsin. Bull. 249. 1915.)

Baumwolle befand, verschlossen. Die Verdunstung wird auf diese Weise auch bei mehrmonatlicher Aufbewahrung in Wirklichkeit = 0, während die Luft gleichzeitig ungehindert Zutritt zu der Erde hat.

Die Töpfe mit den verschiedenen Zusätzen wurden während der Versuche in dem zum Laboratorium gehörigen Vorzimmer, wo die Temperatur sich durchschnittlich zwischen 15 und 20° hielt, aufbewahrt. Von Zeit zu Zeit wurden zu Analysen, die die Bestimmung des Salpeterstickstoffes und des Wassers umfaßten, Proben aus den Töpfen genommen. Die analytischen Bestimmungen wurden vom Assistenten N. Bengtsson ausgeführt.

Der Salpeterstickstoff wurde mittels der Phenolschwefelsäuremethode bestimmt und im folgenden überall in mg pro kg wasserfreier Erde berechnet. Der Wassergehalt hielt sich bei diesem und den folgenden Versuchen zwischen 15 und 20 Proz., also den für die Salpeterbildung günstigsten.

Im Dünger wurde bei der Anstellung der Versuche der Ammoniakstickstoff durch Destillation mit MgO bestimmt. Stets wurden 2 derartige Bestimmungen ausgeführt, die bei der hier in Frage kommenden ersten Versuchsserie einen Durchschnittswert von 0,132 Proz. Ammoniakstickstoff ergaben.

Die Resultate dieser Versuchsserie findet man in Tabelle I:

Tabelle I. Erde von Experimentalfältet.

Topf Nr.	Zusatz pro kg Erde		Anzahl Tage				
			0	8	14	21	27
I	kein	Trockensubstanz %	80,06	—	79,96	—	80,37
		Mg Salpeter-N pro kg Erde .	14,0	20,0	17,5	18,7	18,7
II	20 g Dünger	Trockensubstanz %	79,28	—	79,02	—	79,07
		Mg Salpeter-N pro kg Erde .	8,1	32,8	27,8	27,8	25,3
III	40 g Dünger	Trockensubstanz %	78,16	—	81,48	—	78,21
		Mg Salpeter-N pro kg Erde .	7,2	40,1	41,7	40,1	40,9
IV	100 g Dünger	Trockensubstanz %	76,66	—	74,12	—	73,83
		Mg Salpeter-N pro kg Erde .	5,2	47,8	64,8	75,7	65,0
V	2 g Am_2SO_4	Trockensubstanz %	80,42	—	80,32	—	80,55
		Mg Salpeter-N pro kg Erde .	11,4	54,7	69,7	89,5	109,2

Topf Nr.	Zusatz pro kg Erde		Anzahl Tage					
			34	41	48	55	63	71
I	kein	Trockensubstanz %	—	80,31	—	80,04	—	80,30
		Mg Salpeter-N pro kg Erde .	18.7	2,5	16.2	18,7	20,0	17,4
II	20 g Dünger	Trockensubstanz %	—	79,24	—	79,21	—	79,21
		Mg Salpeter-N pro kg Erde .	22,7	17,7	20,2	25,2	21.5	25,2
III	40 g Dünger	Trockensubstanz %	—	77,92	—	77,88	—	78,46
		Mg Salpeter-N pro kg Erde .	38,4	28,2	30,8	30,8	30,7	38,2
IV	100 g Dünger	Trockensubstanz %	—	74,95	—	75,07	—	75,31
		Mg Salpeter-N pro kg Erde .	69,9	48,0	60,0	63,3	61,2	69,0
V	2 g Am_2SO_4	Trockensubstanz %	—	80,58	—	80,85	—	80,80
		Mg Salpeter-N pro kg Erde .	136,5	89,4	94,2	123,7	160,8	142,3

Betrachten wir nun zuerst die Erde ohne irgendwelchen Zusatz, so finden wir, daß der Salpetergehalt hier schon bei der Ingangsetzung des Versuches recht hoch ist, um dann nach 8 Tagen sein Maximum, 20 mg pro kg Erde, zu erreichen. Dies beruht darauf, daß die Erde bei der Entnahme sehr feucht war, so daß sie an der Luft getrocknet werden mußte, um einen passenden Wassergehalt zu bekommen. Bei diesem Trocknen kann man indessen nicht verhindern, daß eine kräftige Nitrifikation stattfindet. Hierdurch war also schon vor Beginn des Versuches der Gehalt der Erde an Salpeterstickstoff auf 14 mg pro kg gestiegen. Nach 8 Tagen bleibt der Gehalt der Erde an Salpeterstickstoff ziemlich konstant in der Nähe von 20 mg, mit Ausnahme der Untersuchung nach 41 Tagen, wo alle Töpfe einen mehr oder weniger kräftigen Rückgang im Salpetergehalt aufweisen, einen Rückgang, dem später indessen eine Steigerung folgt. Eine Erklärung dieser Erscheinung ist mir nicht geglückt; ein ganz ähnliches Verhältnis habe ich aber schon bei früheren Nitrifikationsversuchen nachzuweisen Gelegenheit gehabt[1].

In den Töpfen mit Düngerzusatz bemerkt man unmittelbar nach Ingangsetzung des Versuches einen Rückgang des Gehaltes an Salpeterstickstoff; hierbei ist aber in Betracht zu ziehen, daß die 1. Salpeterbestimmung in den Düngertöpfen ziemlich unzuverlässig sein muß, da die durch den Dünger bedingte Farbe des Erdextraktes sich nicht bei der gewöhnlichen Klärung mit Kalkwasser entfernen läßt, weshalb auch die spätere kolorimetrische Ablesung weniger genau sein muß. Dies gilt jedoch, wie gesagt, nur für die 1. Analyse. Bei den folgenden verursacht die Klärung des Erdextraktes niemals Schwierigkeiten.

Aus den in der Tabelle I mitgeteilten Ziffern finden wir ferner, daß nicht nur der Kontrolltopf, sondern auch die Töpfe mit 20 bzw. 40 g Dünger pro kg Erde schon nach 8 Tagen ihren höchsten Gehalt an Salpeterstickstoff erreicht haben. In den Topf mit 100 g Dünger pro kg Erde dauert es 21 Tage, und was schließlich den Topf mit Am_2SO_4 anbelangt, so wird hier der höchste Gehalt an Salpeterstickstoff nach 63 Tagen erreicht.

Betrachten wir nun indessen, in welchem Maße der im Dünger befindliche Ammoniakstickstoff Nitrifikation erlitten hat. Der Analyse nach enthielt ja der zum Versuch angewendete Dünger 0,132 Proz. Ammoniakstickstoff. Im Topfe II finden wir nach 8 Tagen, also dem Zeitpunkt der kräftigsten Nitrifikation, daß sich 12,8 mg Salpeterstickstoff mehr pro kg Erde gebildet haben, als in dem Kontrolltopf (Topf I). Berechnet man nun, ein wie großer Teil des im Dünger befindlichen Ammoniakstickstoffes sich in Salpeterstickstoff umgewandelt hat, was ja keine Schwierigkeit darbietet, da man die Trockensubstanz der Erde und den Gehalt an Salpeterstickstoff, den Gehalt des Düngers an Ammoniakstickstoff, sowie die zugesetzten Düngermengen in den verschiedenen Töpfen kennt, so findet man, daß im Topf II 39,77 Proz. des im Dünger zugänglichen Ammoniakstickstoffes nitrifiziert worden sind.

Dies gilt natürlich nur, insofern man davon ausgeht, daß gerade der Ammoniakstickstoff des Düngers in 1. Reihe nitrifiziert wird. Ein Zweifel hierüber dürfte indessen nicht herrschen.

Gehen wir zum Topfe III über, so haben sich nach der Tabelle I, in diesem nach 8 Tagen 20,1 mg mehr Salpeterstickstoff pro kg Erde gebildet, als in der Kontrolle. Stellen wir dieselbe Berechnungen an, wie für Topf II, so finden wir, daß hier 32,70 Proz. des Ammoniakstickstoffes des Düngers nitrifiziert worden sind. Im Topfe IV, mit dem größten Düngerzusatz, tritt das Nitrifikationsmaximum nach 21 Tagen ein. Hier sind zu diesem Zeitpunkt 35,33 Proz. des Ammoniakstickstoffes des Düngers nitrifiziert worden.

---

[1] Barthel, Chr., Die Einwirkung organischer Stoffe auf die Nitrifikation und Denitrifikation im Ackerboden. (Zeitschr. f. Gärungsphysiol. Bd. 4. 1914. S. 11.)

Was schließlich die mit Am_2SO_4 versetzte Erde (Topf V) betrifft, so enthält diese 424 mg Ammoniakstickstoff pro kg Erde. Nach 63 Tagen scheint hier das Nitrifikationsmaximum bei einem Gehalte von 160,8 mg Salpeterstickstoff pro kg Erde erreicht zu sein. Man findet da bei einer einfachen Berechnung, daß hierbei 25,94 Proz. des Stickstoffes des Ammoniumsulfates der Nitrifikation unterworfen worden sind.

Bei diesem Versuche ist also, wenn man einen Durchschnittswert für die 3 Töpfe mit Düngerzusatz nimmt, nur etwas mehr als ⅓ des Ammoniakstickstoffes des Düngers in Salpeterstickstoff umgewandelt worden. Untereinander haben diese ja im großen ganzen übereinstimmende Werte gegeben, d. h. ungefähr dieselbe prozentische Menge ihres Ammoniakstickstoffes ist, unabhängig von der absoluten Menge des zugesetzten Düngers, nitrifiziert worden.

Eine neue Versuchsreihe mit derselben Erde vom Experimentalfältet wurde nun auf ganz dieselbe Weise, wie die vorhergehende in Gang gesetzt. Die Zusätze zu den verschiedenen Erdtöpfen waren demnach dieselben wie früher, ebenso die sonstigen Versuchsbedingungen. Der zu diesem Versuche angewendete, ungefähr 1 Monat alte Dünger enthielt 0,125 Proz. Ammoniakstickstoff. Die Resultate dieser sich über nahezu 3 Monate erstreckenden Versuchsserie gehen aus der Tabelle II hervor:

Tabelle II. Erde von Experimentalfältet.

Topf Nr.	Zusatz pro kg Erde		Anzahl Tage 0	7	14	21	28	42	49	56	63	70	77	83
I	kein	Trockensubstanz %	80.47	—	80.52	—	80.34	80.47	—	81.07	—	80,95	—	80,67
		Mg Salpeter-N pro kg Erde .	8.0	14.9	16.1	16.2	17.4	17.4	23.5	18.5	14.8	24.7	23.5	26.0
II	20 g Dünger	Trockensubstanz %	79.19	—	79.25	—	78.99	78.92	—	79.13	—	79.62	—	79.56
		Mg Salpeter-N pro kg Erde .	—[1]	22.7	21.5	19.0	25.3	25.3	29,1	22,7	18,9	30.1	30.3	31.4
III	40 g Dünger	Trockensubstanz %	77.44	—	78.23	—	77.88	77.80	—	78,14	—	78,35	—	77,57
		Mg Salpeter N pro kg Erde .	—[1]	23.1	19.2	14.1	21.8	23,1	23,1	23,0	21,7	31,9	35.9	36.1
IV	100 g Dünger	Trockensubstanz %	76.22	—	75.56	—	74.96	74.80	—	75,07	—	74,52	—	75,13
		Mg Salpeter-N pro kg Erde .	—[1]	15,8	26,5	26,6	42,7	37,4	48,0	37,3	34,8	56,4	53,5	53,2
V	2 g Am_2SO_4	Trockensubstanz %	79.78	—	79.92	—	79.89	79,75	—	80,34	—	80.48	—	79,98
		Mg Salpeter-N pro kg Erde .	4.0	23,8	70,1	95,1	137,7	200.6	199.9	199.2	171.1	236.1	224.4	225,1

---

[1] Erdextrakt mißfarbig.

In dieser Versuchsserie dauert es über 70 Tage, bis die Kontrollerde ihr Nitrifikationsmaximum erreicht hat. Dasselbe ist bei Topf II und Topf III der Fall, während das Maximum für die Töpfe IV und V gerade nach 70 Tagen eintrifft. Auch in dieser Serie kommt zu einem gegebenen Zeitpunkte, nämlich nach 63 Tagen, ein von einer ebenso schnellen Steigerung begleiteter, jäher Rückgang im Salpetergehalte vor, also ganz dieselbe Erscheinung, wie vorher nachgewiesen.

Berechnet man nun auf dieselbe Weise, wie bei der vorhergehenden Serie, ein wie großer Teil des Ammoniakstickstoffes des Düngers in den verschiedenen Töpfen nitrifiziert worden ist, so findet man für Topf II 17,96 Proz., für Topf III 16,25 Proz., für Topf IV 20,96 Proz. und endlich für Topf V 40,09 Proz. Hierbei ist überall der maximale Salpetergehalt der Berechnung zugrunde gelegt.

Diesmal ist also im Durchschnitt nur ein knappes Fünftel des im Dünger disponiblen Ammoniakstickstoffes nitrifiziert worden, wogegen die Nitrifikation des Ammoniumsulfates in dieser Versuchsserie bedeutend kräftiger als in der vorigen war.

Es geht indessen auch aus dieser Versuchsserie hervor, daß die prozentische Menge des Ammoniakstickstoffes des Düngers, die nitrifiziert ist, ziemlich konstant und von der der Erde zugeführten Düngermenge unabhängig ist.

Bei der Fortsetzung der Versuche mit Anwendung der sauren Enstaerde, statt der neutralen Erde vom Experimentalfältet, wurde aus den oben angeführten Gründen nur ein Düngerzusatz, und zwar 40 g pro kg Erde, angewendet. Im übrigen wurden die Versuche auf genau die vorhergehende Weise ausgeführt, nur wurde die Versuchszeit bei diesen Versuchen länger als vorher ausgedehnt. Dagegen wurden die Analysen nur in der ersten Zeit alle 7 Tage, späterhin in einem längeren Zwischenraum, ausgeführt.

Bei dem ersten Versuche mit der Enstaerde wurde ein 0,19 Proz. Ammoniakstickstoff enthaltender Dünger angewendet. Die Resultate dieser Nitrifikationsserie sind in Tabelle III zusammengestellt:

Tabelle III. Erde von Ensta.

Topf Nr.	Zusatz pro kg Erde		Anzahl Tage						
			0	7	14	21	28	42	56
I	kein	Trockensubstanz %	84,18	—	84,24	—	84,36	84,40	84,73
		Mg Salpeter-N pro kg Erde	4,5	11,4	13,3	19,0	16,6	20,1	23,6
II	40 g Dünger	Trockensubstanz %	83,39	—	82,05	—	82,47	82,98	82,93
		Mg Salpeter-N pro kg Erde	2,9	9,7	14,6	20,7	26,7	41,0	45,8
III	2 g Am_2SO_4	Trockensubstanz %	84,29	—	84,37	—	84,38	84,66	84,66
		Mg Salpeter-N pro kg Erde	3,3	—	12,3	12,8	16,6	21,3	28,3

Topf Nr.	Zusatz pro kg Erde		Anzahl Tage					
			70	84	99	113	127	141
I	kein	Trockensubstanz %	84,61	84,64	84,85	84,98	85,13	85,33
		Mg Salpeter-N pro kg Erde	23,6	30,7	42,7	37,7	35,2	32,8
II	40 g Dünger	Trockensubstanz %	82,85	82,50	83,07	82,81	82,22	82,82
		Mg Salpeter-N pro kg Erde	57,9	67,9	77,0	82,1	68,1	67,6
III	2 g Am_2SO_4	Trockensubstanz %	84,74	84,78	84,98	84,94	85,51	85,52
		Mg Salpeter-N pro kg Erde	35,4	18,9	44,7	47,1	37,4	46,8

Die Kontrollerde erreicht hier nach 99 Tagen ihr Nitrifikationsmaximum. Dieses ist ja eine recht lange Zeit; statt dessen wird aber hier ein Gehalt an Salpeterstickstoff erreicht, der die bei der neutralen Erde erhaltenen Mengen bedeutend übersteigt. Bei der Berechnung der von dem Ammoniakstickstoff des Düngers und von dem Ammoniumsulfat in Salpeterstickstoff übergeführten Stickstoffmengen findet man, daß sie in diesem Versuche resp. 50,42 und 1,89 Proz. betragen. Wir haben die in allen 3 Töpfen nach 113 Tagen gefundenen Zahlen für den Salpetergehalt der Berechnung zugrunde gelegt.

Das Eigentümliche ist also, daß die Nitrifikation in dieser recht sauren Erde kräftiger als in der neutralen Erde, was die Kontrollerde und die Erde mit Düngerzusatz betrifft, vor sich gegangen ist. Das Ammoniumsulfat wiederum ist nur in einem äußerst geringen Grade einer Nitrifikation unterzogen worden. Dieses letztere, nämlich daß Ammoniumsulfat in sauren Erden sehr schlecht nitrifiziert wird, ist schon bekannt. So führt I. C. Temple[1]) an, daß in saurer Erde organischer Stickstoff viel schneller nitrifiziert wird, als Ammoniumsulfat. Wenn Kalk gleichzeitig zugeführt wird, ändert sich dieses Verhältnis[2]). Ebenso fand E. B. Fred[3]) bei seinen Versuchen, daß bei sauren Erden organischer Stickstoff viel schneller nitrifiziert wurde, als Stickstoff aus Ammoniumsulfat. In neutralen oder alkalischen Erden verhält es sich umgekehrt, d. h. hier wird das Ammoniumsulfat schneller als organische Stickstoffverbindungen nitrifiziert. Diese Verhältnisse deuten nach Fred darauf hin, daß die Nitrifikation in sauren Erden nicht auf der Gegenwart besonders gegen Säure resistenter Stämme oder Arten von Salpeterbakterien in ihnen beruht, denn dann würde ja auch das Ammoniumsulfat ebensogut in sauren Erden wie in anderen nitrifiziert werden.

Meiner Ansicht nach ließe sich diese schlechte Nitrifikation des Ammoniumsulfates in sauren Erden am einfachsten so erklären, daß, sobald die Zersetzung dieses Salzes durch die Einwirkung der Salpeterbakterien beginnt und somit freie Schwefelsäure entsteht, gleichzeitig auch die Wasserstoffionenkonzentration in der Erde vermehrt und damit die fortgesetzte Tätigkeit der Salpeterbakterien sofort gehemmt wird. Denn alle Bakterientätigkeit, wie Gärungen im allgemeinen, ist in hohem Grade von dem wirklichen Säuregrad, d. h. der Wasserstoffionenkonzentration, in dem fraglichen Medium abhängig. Führt man wiederum Kalk zu, so wird die gebildete Schwefelsäure ja hierdurch neutralisiert und eine Zunahme der Wasserstoffionenkonzentration in der Erde, oder richtiger in der Bodenflüssigkeit tritt nicht ein.

Mit einer anderen Probe derselben sauren Erde wurde schließlich noch eine mit der Versuchsanstellung nach dem vorhergehenden vollkommen identischer Versuch gemacht. Der bei dem Versuche angewendete Dünger, der 3—4 Monate alt war, enthielt 0,144 Proz. Ammoniakstickstoff. Die Resultate dieser Versuchsserie gehen aus der Tabelle IV hervor:

---

[1]) Temple, J. C., Nitrification in acid or not-basic soils. (Georgia Exper. Stat. Bull. 103. 1914.)

[2]) Auch bei unseren Versuchen kam Kalkzusatz vor, obschon die diesbezüglichen Ziffern nicht in diesem Zusammenhange angeführt sind. Es zeigte sich auch für die hier in Frage kommenden Versuche, daß sich bei Anwesenheit von Kalk nach 141 Tagen 280 mg Salpeterstickstoff aus dem Ammoniumsulfat, gegen 46,8 mg ohne Kalk, gebildet hatten.

[3]) Fred, E. B., Some factors that influence nitrate formation in acid soils. (Soil Science. Vol. 1. 1916. p. 317.)

Tabelle IV. Erde von Ensta.

Topf Nr.	Zusatz pro kg Erde		Anzahl Tage 0	8	16	22	30	36
I	kein	Trockensubstanz %	85.90	86,01	85,96	85,93	86,22	86,10
		Mg Salpeter-N pro kg Erde.	1.9	4,2	5,1	5,8	6,5	8,7
II	40 g Dünger	Trockensubstanz %	84.37	84,23	84,14	83,80	83,66	84,29
		Mg Salpeter-N pro kg Erde.	1,5	26,1	28,5	38,2	43,0	40.3
III	2 g Am_2SO_4	Trockesnubstanz %	85,69	85,94	85,89	86,01	85,87	86,01
		Mg Salpeter-N pro kg Erde.	1,4	14,0	12,8	26,7	34,9	37,1

Topf Nr.	Zusatz pro kg Erde		Anzahl Tage 44	58	76	97	113
I	kein	Trockensubstanz %	86.08	85.77	86,66	86.45	86.15
		Mg Salpeter-N pro kg Erde .	9;9	11,7	11,5	15,0	13.9
II	40 g Dünger	Trockensubstanz %	84,09	84,36	84,07	84,18	84.31
		Mg Salpeter-N pro kg Erde .	47,6	56.9	54.7	57,0	49.8
III	2 g Am_2SO_4	Trockensubstanz %	85,99	86,11	86,27	86.34	86.41
		Mg Salpeter-N pro kg Erde .	51,2	55,7	46,4	57,9	50,9

In dieser Serie tritt das Nitrifikationsmaximum nach 97 Tagen ein. Die Kontrollerde nitrifiziert hier langsamer, als bei vorhergehenden Versuchen mit derselben Erde, während das Ammoniumsulfat offenbar besser, als vorher nitrifiziert wird. Stellt man dieselben Berechnungen, wie bei den vorhergehenden Serien an, so findet man, daß von dem Ammoniakstickstoff des Düngers 64,10 Proz. und von dem Stickstoff im Ammoniumsulfat 8,73 Proz. nitrifiziert worden sind. Die Resultate sind somit im großen ganzen dieselben, wie bei den vorhergehenden Versuchen, d. h., daß, was die Kontrollerde und die mit Dünger versetzte Erde betrifft, die saure Erde von Ensta kräftiger, als die neutrale von Experimentalfället nitrifiziert hat, während das Ammoniumsulfat sehr schlecht nitrifiziert worden ist.

Aus dem obigen darf man nicht den Schluß ziehen, daß saure Erden im allgemeinen kräftiger als neutrale nitrifizieren. Bei den hier beschriebenen Versuchen hat zwar die saure Enstaerde besser als die Erde vom Experimentalfältet nitrifiziert, aber eine ebenso kräftige und kräftigere Nitrifikation habe ich bei meinen vorhergehenden Versuchen über die Nitrifikation in neutraler Erde von einem anderen Teil des Experimentalfältet gefunden[1]).

Die Bedingungen bei unseren Versuchen waren indessen überhaupt sehr günstig für die Nitrifikation, so daß den erhaltenen Resultaten von diesem Gesichtspunkte aus eine sehr große Gültigkeit beigemessen werden muß. Es ist nämlich ein schon lange bekanntes Verhältnis, daß die Verwahrung der Erde in ziemlich locker gepackter Form, also mit reichlicher Luftzufuhr, passendem Wassergehalt und bei ziemlich hoher Temperatur (hier 15—20°) besonders günstige Bedingungen für die Salpeterbildung schafft.

Unsere Versuchsresultate stimmen auch mit den am Anfang dieser Arbeit zitierten holländischen Versuchen insoweit überein, daß wir unsererseits gefunden haben, daß nur ein Teil des im Dünger befindlichen Ammoniakstickstoffes einer Nitrifikation in der Erde in den ersten 4 Monaten (und unter günstigen Verhältnissen) unterzogen wird, während Sjollema und de Ruyter de Wildt ihrerseits gefunden haben, daß der Dünger bei ihren Versuchen mehr Ammoniak enthielt, als von der angewendeten Versuchspflanze (Hafer) ausgenutzt wurde.

---

[1]) Barthel, Chr., a. a. O., S. 386.

Bei den Versuchen III und IV wurde auch der Gehalt des Düngers an Gesamtstickstoff bestimmt. Bei dem Versuch III ergaben sich 0,52 Proz. und beim Versuch IV 0,53 Proz. Berechnen wir, hierauf gestützt, ein wie großer Teil des Gesamtstickstoffes des Düngers bei diesen Versuchen nitrifiziert worden ist, so findet man für Versuch III 18,46 Proz. und für Versuch IV 17,35 Proz. Dehérain [1]) fand seinerseits bei einem von ihm untersuchten Fall, daß von dem Stickstoff des untergepflügten Düngers im Laufe 1 Jahres 20 Proz. in Salpeter verwandelt wurden.

Indessen ist ja bewiesen, daß manche Pflanzen unter gewissen Umständen auch Stickstoff in Form von Ammoniak zu assimilieren vermögen, d. h. daß der Stickstoff in den organischen Verbindungen nicht immer in Salpeter übergeführt zu werden braucht, um von den Pflanzen aufgenommen zu werden. Aber auch unter Berücksichtigung dieses Verhältnisses dürfte man wohl auf Grund der bisher ausgeführten Versuche den Schluß ziehen können, daß es von den verschiedenen Stickstoffverbindungen des Düngers der Ammoniak und ausschließlich dieser ist (obschon gewiß nicht notwendig der ganze Ammoniakgehalt), der in dem ersten Wachstumsjahre von den Pflanzen verwertet wird. Denken läßt sich, daß der Teil des Ammoniakstickstoffes des Düngers, der dann nicht nitrifiziert wird, teilweise in Form von freiem Ammoniak entweicht, teils auch direkt von den Pflanzen und von ammoniakassimilierenden Mikroorganismen assimiliert wird. Später dürften auch die übrigen im Stallmist befindlichen Stickstoffverbindungen allmählich mineralisiert werden; der Verlauf bei diesen letzteren Prozessen fällt jedoch nicht in den Rahmen dieser Untersuchungen.

Zusammenfassung.

1. Bei Versuchen mit Ackererde von verschiedener Reaktion, die unter für die Salpeterbildung besonders günstigen Verhältnissen aufbewahrt war, hat sich gezeigt, daß der gebildete Salpeterstickstoff in den ersten 4—5 Monaten nur einem größeren oder geringeren Teile, aber nicht der ganzen Gesamtmenge des Ammoniakstickstoffes des festen Düngers entspricht.

2. Die Stickstoffwirkung des festen Düngers im ersten Vegetationsjahre ist somit mit der größten Wahrscheinlichkeit nur dessen Gehalt an Ammoniakstickstoff zuzuschreiben. Dieser Gehalt kann aber auch nicht als Norm für den Wert des Stallmistes als Stickstoffdünger genommen werden, da ja nicht die ganze Menge Ammoniakstickstoff in Salpeter übergeht, und da ja die Nachwirkung des Düngers anderen Stickstoffverbindungen zuzuschreiben ist.

---

[1]) Ann. agronom. T. 18. 1892.

3. In ein und derselben Versuchsreihe ist die prozentische Menge des aus dem Ammoniakstickstoff des Düngers gebildeten Salpeterstickstoffes ungefähr konstant und von der zugesetzten absoluten Düngermenge unabhängig gewesen.

4. In Ackererde in guter Kultur, aber von ausgeprägt saurer Reaktion, kann die Salpeterbildung mindestens ebenso kräftig vor sich gehen, wie in neutraler Erde.

5. Das von anderen Forschern schon erwähnte Verhältnis, daß der Stickstoff im Ammoniumsulfat viel schlechter in sauren Böden nitrifiziert wird, als organischer Stickstoff, ist durch unsere Versuche vollkommen bestätigt worden. Dieses Verhältnis läßt sich vielleicht durch die Zunahme der Wasserstoffionenkonzentration, die eintritt, wenn das Ammoniumsulfat in sauren Erden zersetzt wird, erklären.

Nachdruck verboten.

Weitere Versuche über das Kaseïn spaltende Vermögen von zur Gruppe Streptococcus lactis gehörenden Milchsäurebakterien.

[Aus dem bakteriologischen Laboratorium der Zentralanstalt für landwirtschaftliches Versuchswesen auf Experimentalfältet bei Stockholm.]

Von **Chr. Barthel** und **E. Sandberg.**

Einleitung.

In dieser Zeitschrift[1]) hat der eine von uns nachgewiesen, daß viele der Gruppe Streptococcus lactis angehörende Milchsäurebakterien (sogenannte Laktokokken, zu denen die gewöhnlichen Sauermilchbakterien gehören), im Gegensatz zu früheren Annahmen, mit einem ganz kräftigen Vermögen, den Käsestoff in der Milch bei gewöhnlicher Käsereifungstemperatur zu zersetzen, ausgerüstet sind.

Berücksichtigt man ferner, daß bei den meisten harten Käsesorten Milchsäurebakterien des obenerwähnten Typus in der Bakterienflora des Käses, wenigstens in den ersten Monaten, die vorherrschenden sind, so dürfte man zwar aus diesen Tatsachen nicht mit Sicherheit den Schluß ziehen können, daß Milchsäurebakterien des fraglichen Typus für den Reifungsprozeß der harten Käse von wesentlicher Bedeutung sind, wohl aber, daß dieses wenigstens als in hohem Grade wahrscheinlich betrachtet werden kann.

In der Versuchsanstalt in Hoorn in Holland hat J. J. Ott de Vries[2]) eine Serie Untersuchungen zur Kontrolle unserer Versuchsbefunde vorgenommen. Er untersuchte

---

[1]) Barthel, Chr., Das Kaseïn spaltende Vermögen von zur Gruppe Streptococcus lactis gehörenden Milchsäurebakterien. (Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 44. 1915. S. 76.)

[2]) Ott de Vries, J. J., Over het eiwitsplitsend vermogen der gewone melkzuurcoccen. (Vereeniging tot exploitatie eener proefzuivelboerderij te Hoorn. Verslag over het jaar 1915. p. 63.)

15 Stämme von teils aus Milch, teils aus Säureweckern und aus Käse isolierten Laktokokken, und zwar nach demselben Verfahren wie bei unseren Versuchen. Doch benutzte Ott de Vries die Phosphorwolframsäuremethode zur Bestimmung von Z. N. (Zersetzungsstickstoff, hauptsächlich Aminosäuren), während bei unseren Versuchen van Slykes[1]) Methode zur Bestimmung von aliphatischen Aminogruppen für diesen Zweck zur Anwendung kam.

Ott de Vries fand bei seinen 15 Milchsäurebakterienstämmen, daß die Menge des gebildeten löslichen Stickstoffes (L. N.) von 0,0 bis 20.1 in Prozenten des Gesamtstickstoffes variierte, wobei jedoch nur bei 2 Stämmen diese Zahl unter 10 herunterging. Bei den übrigen variierte L. N. zwischen 10 und 20. Die Versuchszeit wechselte zwischen 2, $2\frac{1}{2}$ und 3 Monaten. Die Werte von Z. N. fand Ott de Vries hier zwischen 0,0—5.5 wechselnd, wobei jedoch nur 2 Stämme (dieselben, die die niedrigsten Werte für L. N. gezeigt hatten) eine niedrigere Zahl als 2.1 gaben.

Ott de Vries schließt seine Arbeit mit folgenden Worten: „Aus dem Obigen folgt, daß mit holländischen Varietäten von Milchsäurekokken dieselben Verhältnisse in bezug auf die eiweißzersetzende Wirkung, wie Barthel sie konstatiert hat, wahrgenommen werden konnten. Daß diese Resultate indessen von ihm direkt auf die Verhältnisse in Käse angewendet worden sind, erscheint mir weniger richtig, obschon die Möglichkeit in Aussicht gestellt werden kann, daß auch in Käse solche Umwandlungen stattfinden. Während der Milchzucker bei der Anwendung von Säureweckern gewöhnlich nach 1 Tage im Käse verschwunden ist, vergärte er in Kreidemilch niemals vollständig und viel langsamer; außerdem ist der Wassergehalt in der Milch im Verhältnis zum Eiweißgehalt ungefähr 20mal so groß wie im Käse, und deshalb ist ein Gleichgewichtszustand nicht so schnell zu erreichen. Es wäre deshalb wünschenswert, daß die eiweißzersetzende Fähigkeit der Milchsäurekokken im Käse selbst näher untersucht würde. Dies kann auf verschiedene Weise geschehen, z. B. indem man im Edamerkäse die eiweißspaltende Wirkung des Labes entweder durch eine genügend starke Erhitzung der freien Käsekörner und Impfung mit einer Reinkultur von Milchsäurebakterien nach der Abkühlung oder durch eine möglichst sorgfältige Auswaschung des Labes aus der feinverteilten Käsemasse und darauffolgende Impfung mit in pasteurisierter Molke gezüchteten Milchsäurebakterien eliminiert."

Auch wir haben es für wünschenswert erachtet, die Einwirkung der Milchsäurekokken direkt im Käse studieren zu können, obschon die von Ott de Vries gemachten Vorschläge hierbei schwerlich befolgt werden können und von uns auch nicht befolgt worden sind. Am Schlusse dieser Mitteilung kommen wir indessen auf diese Versuche zurück.

Nachdem wir in der vorgenannten Mitteilung die Tatsache selbst, daß die Laktokokken Kaseïn in beträchtlichem Grade zu spalten vermögen, festgestellt hatten, galt es für uns, das Versuchsmaterial betreffs des Kaseïnspaltungsvermögens bei verschiedenen Stämmen noch weiter zu vermehren zu versuchen; ferner eine Masse anderer Fragen, wie z. B. die des Spaltungsvermögens bei verschiedenen Stämmen von aus ein und derselben Milchprobe oder aus ein und demselben Käse isolierten Laktokokken einer näheren Untersuchung zu unterziehen, sowie zu prüfen, ob ein und derselbe Stamm in verschiedenen Parallelkulturen untereinander übereinstimmende Werte für die Kaseïnspaltung gibt. Wir wünschten auch, festzustellen, ob das Spaltungsvermögen in während längerer Zeit unter verschiedenen Verhältnissen aufbewahrten Kulturen oder bei allmählicher Impfung einer Milchkultur zu einer anderen schwächer wird, ferner, wie der Lab sich im Zusammenwirken mit Laktokokken bei der Einwirkung auf Milch verhält, und verschiedene andere Fragen ähnlicher Art. Schließlich sollten, wie eben hervorgehoben, Versuche betreffs der Kaseïnspaltung im Käse in Abwesenheit von Lab angestellt werden.

---

[1]) van Slyke, Die gasometrische Bestimmung von primärem aliphatischen Aminostickstoff und ihre Anwendung auf physiologisch-chemischem Gebiete. (Handb. d. biochem. Arbeitsmethoden, herausgeg. von E. Abderhalden. Bd. 5. S. 995. Bd. 6. S. 278.)

Die Versuchsmethodik.

Wie in der vorhergegangenen Versuchsserie, wurden die Kulturen in 500 ccm zusammen mit Kreide sterilisierter Magermilch enthaltende Erlenmeyerkolben geimpft. Die Kreidemenge wurde so berechnet, daß sie zur Neutralisierung der von der ganzen Milchzuckermenge gebildeten Milchsäure ausreichen konnte. Die Kolben wurden immer mit 1 ccm einer lebenskräftigen, eben koagulierten Milchkultur des betreffenden Stammes geimpft. Die geimpften Kolben blieben bei zwischen 15 und 20° schwankender Zimmertemperatur unter täglich wiederholtem kräftigen Umschütteln stehen.

Die Versuchszeit dauerte im allgemeinen 2 Monate. Nur in besonderen Fällen, wo es den Verlauf der Spaltung nach verschiedenen Zeiten zu studieren galt, wurde die Versuchszeit auf 4 und 6 Monate verlängert.

Wenn die Kulturen nach Ablauf der Versuchszeit analysiert werden sollten, wurden zuerst Kulturen vom Kolbeninhalt in steriler Milch und in Laktosegelatine angelegt, teils, um zu sehen, ob die Laktokokken noch am Leben seien, teils, ob die Kultur infiziert worden sei. Von den ungeimpften Kontrollkolben wurden ähnliche Kulturen angelegt, um festzustellen, ob sie am Ende der Versuchszeit noch steril waren.

Bei der chemischen Untersuchung wurde zuerst das durch Verdunstung entwichene Wasser ersetzt. Dazu wurden die Kolben am Anfang und Ende des Versuches gewogen. Hierauf wurde der Kolbeninhalt in einen größeren Meßzylinder übergeführt, um die nicht gelöste Kreide sich absetzen zu lassen. Nachdem die Kreide sedimentiert hatte, wurden 200—300 ccm in einen Kolben gegossen und im Wasserbade auf 60° erhitzt. Das in Lösung begriffene Kaseïn fiel dann gewöhnlich ohne besonderen Zusatz von Säure aus; geschah dies nicht, so wurde etwas Essigsäure zugesetzt. Der Kolbeninhalt wurde dann nochmals ein Weilchen auf höchstens 60° erwärmt, damit das Kaseïn sich besser zusammenziehe, und hierauf wurde filtriert. In 25 ccm des Filtrates wurde dann die Stickstoffbestimmung nach Kjeldahl (löslicher Stickstoff 1) vorgenommen. Der Rest des Filtrates wurde im kochenden Wasserbade auf etwa 90° erhitzt. Hierbei entstand, besonders nach Zusatz von noch einigen Tropfen Essigsäure, eine neue Fällung. Nach Abfiltrierung dieser Fällung wurde eine neue Stickstoffbestimmung an 25 ccm des Filtrates (löslicher Stickstoff 2) gemacht. Der Unterschied zwischen diesen beiden Stickstoffbestimmungen besteht somit aus solchen Stickstoffverbindungen, die bei Temperaturen zwischen 60 und 90° koagulieren und somit in dieser Beziehung sich wie Albumine verhalten. Ob es sich hier wirklich um albuminartige Verbindungen oder um andere Proteïne handelt, haben wir nicht näher untersucht. Im Filtrate finden sich nach der Erhitzung auf 90° peptonartige Körper, Aminosäuren und Ammoniak.

Der Aminostickstoff wurde in 10 ccm des Filtrates nach der van Slykeschen[1]) Methode gasometrisch bestimmt. Die Prinzipien dieser Methode sind in unserer vorher erwähnten Mitteilung[2]) beschrieben, in welcher auch die hierfür angewendeten Apparate geschildert und abgebildet sind. Die Methode stützt sich auf die bekannte Reaktion zwischen aliphatischen Aminosäuren und salpetriger Säure:

$$RNH_2 + HNO_2 = ROH + H_2O + N_2.$$

---

[1]) van Slyke, l. c.

[2]) Chr. Barthel, l. c.

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

Diese Reaktion ist, da der Stickstoff ja in Gasform entweicht, nicht reversibel, sondern verläuft quantitativ. Nicht aller Stickstoff reagiert indessen in hydrolysiertem Eiweiß mit salpetriger Säure, sondern nur die Stickstoffatome der Aminogruppen. Ammoniak reagiert ebenfalls teilweise bis etwa 30 Proz. Unter den Spaltungsprodukten bei der Hydrolyse von Eiweiß findet man indessen auch Verbindungen mit einer stickstoffhaltigen, geschlossenen Kette, wie Prolin und Oxyprolin. Diese reagieren gar nicht mit HNO_2. Ferner finden sich Aminosäuren, die außer ihrem Aminostickstoff auch zyklisch gebundenen Stickstoff enthalten. Diese reagieren einzig und allein mit ihrem Aminostickstoff. So reagiert Tryptofan mit der Hälfte seines Gesamtstickstoffes, Histidin mit ⅓ und Arginin mit ¼. Asparagin reagiert analog hiermit nur mit seiner primären Aminogruppe, nicht aber mit seinem Säureamidstickstoff. Bei Polypeptiden reagiert die freie NH_2-Gruppe mit salpetriger Säure. Dieser Fehler ist jedoch von keiner größeren Bedeutung.

Trotz dieser Fehlerquellen hat die Methode doch so große Vorzüge in bezug auf Genauigkeit, Leichtigkeit und Schnelligkeit in der Ausführung, daß sie von keiner anderen bis jetzt bekannten zur Bestimmung der Spaltungsprodukte der Eiweißstoffe übertroffen wird. Späterhin werden wir darauf zurückkommen, wie man den nicht reagierenden Stickstoff berechnet.

Der Ammoniakstickstoff wurde bei diesen Versuchen nicht bestimmt. Die gewöhnliche Ammoniakbestimmung durch Destillation mit MgO bei normalem Druck ist sehr unzuverlässig, wahrscheinlich, weil Ammoniak sich bei der Destillation selbst unter Einwirkung von Alkali aus den Eiweißstoffen abspaltet. Diese Fehlerquelle kann man zwar vermeiden, wenn man die Destillation im Vakuum bei niedrigerer Temperatur (35° und 15 mm Druck) vornimmt; dieses Verfahren ist aber recht umständlich und mühselig.

Andererseits haben Osborne, Leavenworth und Brautlecht[1]) gezeigt, daß der bei der Hydrolyse eines Eiweißstoffes (z. B. durch Kochen mit Salzsäure) entstehende Ammoniakstickstoff in einem bestimmten Verhältnis zum Vorkommen der Dikarbonsäuren Glutaminsäure und Asparaginsäure im fraglichen Eiweißstoffe steht. Der Ammoniak ist nämlich ursprünglich in Form von Säureamiden mit diesen Säuren verbunden gewesen. Bei der bakteriellen Hydrolyse von Kaseïn durch Laktokokken und Laktobazillen scheinen die Verhältnisse gleichartig zu sein, denn das Verhältnis zwischen Ammoniakstickstoff und Aminostickstoff ist vor der Hydrolyse gleich dem zwischen Ammoniakstickstoff und Aminostickstoff nach der Hydrolyse der Kulturen mit Salzsäure. Wäre der Ammoniakgehalt, mit dem Gehalt an Aminosäuren verglichen, im ersteren Falle größer als im zweiten Falle, so würden Aminosäuren in Ammoniak und z. B. Fettsäuren zerlegt worden sein. Dieses Verhältnis trifft jedoch, wie einige von uns ausgeführte Versuche mit verschiedenen Stämmen ergeben haben, in Milchkulturen von Laktobazillen oder Laktokokken nicht zu.

Infolgedessen muß man annehmen, daß der durch Destillation mit Magnesiumoxyd erhaltene Ammoniakstickstoff von obengenannten Aminosäuren herrührt, und daß er sich entweder durch die Einwirkung der Bakterien oder während der Destillation selbst abgespaltet hat. Wir haben es deshalb auch für das Richtigste gehalten, den Ammoniakstickstoff mit unter den Aminostickstoff einzurechnen und ihn nicht in den Tabellen, die unsere Versuchsbefunde enthalten, in einer besonderen Kolumne aufzuführen.

---

[1]) Osborne, Leavenworth and Brautlecht, Different forms of nitrogen in proteins. (Americ. Journ. of Physiol. Vol. 23. 1908. p. 194.)

In den Kontrollkolben wurde zuerst der Gesamtstickstoff bestimmt und die Milch dann auf dieselbe Weise wie die Milchkulturen von den Laktokokken behandelt.

Die erhaltenen Resultate der verschiedenen Stickstoffbestimmungen wurden in Prozente des Gesamtstickstoffes der Milch umgerechnet.

Nach Orla-Jensen[1]) werden die erhaltenen Zahlen mit L. N. (löslicher Stickstoff), Z. N. (Zersetzungsstickstoff, hauptsächlich Monoaminosäuren), und A. N. (Ammoniakstickstoff) bezeichnet. Diese Bezeichnungsart gewährt ja einen recht guten Einblick in den Grad der Zerlegung des Käsestoffes. Im folgenden sind wir indessen, und zwar aus untenstehenden Gründen, etwas von dieser bisher in der Literatur gebräuchlichsten Bezeichnungsart abgewichen:

Über den Ammoniakstickstoff haben wir uns schon geäußert. Der Grund, warum Orla-Jensen denselben in seine Tabellen aufnahm, war übrigens der, daß er hierdurch ein Gegengewicht gegen den Fehler in der Berechnung von Z. N., der dadurch entsteht, daß die Phosphorwolframsäure ebenfalls einige Eiweißzersetzungsprodukte basischer Natur ausfällt, erhielt. Dieser Grund, A. N. mitzunehmen, fällt ja bei der Anwendung der van Slykeschen Methode für die Bestimmung von Z. N. von selbst fort.

Was dieses letztere betrifft, so haben wir schon erwähnt, daß der Aminostickstoff, nach van Slyke bestimmt, nur einen Teil, obschon allerdings den überwiegenden, in dem gesamten hydrolysierten Eiweiß bildet. Van Slyke bestimmt auch den Hydrolysierungsgrad, z. B. bei der Einwirkung eines Enzyms auf eine Eiweißverbindung, indem er die bei der Einwirkung des Enzyms auf den betreffenden Eiweißstoff erhaltene Menge Aminostickstoff mit dem bei einer gesamten Hydrolyse desselben Eiweißstoffes durch Kochen mit Salzsäure erhaltenen Aminostickstoff vergleicht. Auf ungefähr ebendieselbe Weise kann man verfahren, wenn es sich um die Bestimmung des Aminostickstoffes in Milchkulturen und in Käse handelt. Wir haben verschiedene Versuche, teils mit Milch direkt, teils mit Milchkulturen von Laktobazillen und Laktokokken, welche letzteren durch Ausfällung des Kaseïns mit Essigsäure in Wasser von diesem befreit worden sind, gemacht. Die Milch, bzw. die Milchkulturen, wurde mit einem gleichen Volumen konzentrierter Salzsäure versetzt und unter Anwendung des Rückflußkühlers gekocht, bis der Gehalt an Aminostickstoff konstant wurde. Hierbei erhielten wir folgende Werte für den Aminostickstoff, ausgedrückt in Prozenten des Gesamtstickstoffes:

Tabelle 1.

Milch		61.17
Kultur von Laktobazillus	1	61.56
,, ,, ,,	2	59.21
,, ,, Laktokokkus	1	58.39
,, ,, ,,	2	55.33

Wie aus diesen Zahlen hervorgeht, kann man annehmen, daß in runder Zahl etwa 60 Proz. des gesamten abgebauten Eiweißstoffes als Aminostickstoff bestimmt werden. Multipliziert man also den gefundenen Wert des

---

[1]) Orla-Jensen, Studien über die flüchtigen Säuren in Käse und Beitrag zur Biologie der Käsefermente. (Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 13. 1904. S. 167.)

Aminostickstoffes mit $^{100}/_{60}$, so erhält man eine Zahl, die die Menge Kaseïn, die sich zu Aminosäuren abgespalten hat, besser ausdrückt, als die frühere Bezeichnung Z. N. Wir haben die auf die obige Weise erhaltene Zahl für Aminosäurestickstoff Amino-N. genannt.

Es dürfte besonders zu betonen sein, daß der Faktor $^{100}/_{60}$ natürlich nicht in allzu absolutem Sinne zu nehmen ist, denn es ist ja nicht immer sicher, daß gerade etwa 60 Proz. des von den Bakterien abgespaltenen Aminostickstoffes bei der van Slykeschen Methode reagieren. In der Regel dürfte dies jedoch der Fall sein, und wir glauben, daß man auf diese Weise der Wahrheit näher kommt, als wenn man, wie dies bisher meistens geschehen ist, nur den nach der Phosphorwolframsäuremethode direkt gefundenen Aminostickstoff angibt.

Zieht man die umgerechnete Aminostickstoffmenge vom löslichen Stickstoff 2 (s. S. 394) ab, so erhält man die Menge Kaseïn, die sich in Polypeptide und Peptone gespalten hat. Durch Subtraktion des löslichen Stickstoffes 2 vom löslichen Stickstoff 1 erhält man die Menge Kaseïn, die zu höheren, löslichen, wärmekoagulabeln Eiweißverbindungen abgebaut ist und von Winterstein[1]) Tyroalbumin genannt wird. Diese 2 Gruppen Kaseïnspaltungsprodukte können wohl als Tyroalbumin-N. und Pepton-N. bezeichnet werden. Die Menge totallöslichen Stickstoffes wird, wie vorher, mit L. N. bezeichnet.

Die Vorteile dieser Umrechnung gehen bei der Betrachtung untenstehender Tabellen (Tab. 2 und 3) hervor. In Tabelle 2 ist der Stickstoff auf die alte Weise in L. N., Z. N. und A. N. berechnet. Die Kulturen bestanden aus einem aus Milch von einem Stockholmer Milchgeschäft isolierten Stamm von Streptococcus lactis, der 2, 4 und 6 Monate bei Zimmertemperatur auf mit Kreide versetzte, sterile Milch eingewirkt hat.

Tabelle 2.

	L. N.		S. N.	A. N.
	I[2])	II[3])		
Nach 2 Monaten	19,16	14.65	4,09	0,40
„ 4 „	20,59	18,69	7,23	0,75
„ 6 „	21,00	21,61	11,21	1,99

Tabelle 3.

	L. N.	Tyroalbumin-N.	Pepton-N.	Amino-N.
Nach 2 Monaten	19.16	4.51	7,84	6.81
„ 4 „	20,62	1,93	6,64	12,05
„ 6 „	21,61	0,00	3,01	18,60

Aus der Tabelle geht hervor, daß der lösliche Gesamtstickstoff in allen 3 Kulturen beinahe konstant ist, während die Werte für Z. N. und A. N. steigen.

---

[1] Bisegger, W., Weitere Beiträge zur Kenntnis der stickstoffhaltigen Bestandteile, insbesondere der Eiweißkörper, des Emmentaler Käses. [Inaug.-Diss.] Zürich 1907. S. 26.

[2] Filtriert, auf 60° erhitzt

[3] Filtriert, auf 90° erhitzt

In Tabelle 3 sind die Resultate desselben Versuches in der obenerwähnten Weise umgerechnet. Hier sieht man deutlich, wie der Tyroalbuminstickstoff und der Peptonstickstoff nach und nach abnehmen, während der Aminosäurestickstoff kräftig zunimmt. Nach 6 Monaten findet sich kein Tyroalbumin in der Lösung und von Peptone nur unbedeutend. Beinahe alles lösliche Eiweiß besteht jetzt aus Aminosäuren. Während der ganzen Versuchszeit verblieb der lösliche Gesamtstickstoff beinahe konstant.

Ein anderer Vorteil, den diese Art und Weise, die verschiedenen Arten von Zersetzungsprodukten beim Abbau des Kaseïns zu bezeichnen, gewährt, ist die, daß die 3 Gruppen Stickstoffverbindungen im großen ganzen 3 Hauptstadien dieses Abbaues, und zwar das Anfangs-, Mittel- und Endstadium, bezeichnen.

Die Käseanalysen sind nach der Orla-Jensenschen[1]) Methode ausgeführt, jedoch mit den Abweichungen davon, die wir vorher betreffs der Milchkulturen beschrieben haben.

Bei Milchkulturen von Laktobazillen lohnt es sich nicht, eine Einteilung des gelösten Gesamtstickstoffes in verschiedene Klassen zu erzielen zu suchen, denn wie zuerst Orla-Jensen[2]) und später auch einer von uns[3]) gezeigt hat, spalten die Laktobazillen das Kaseïn direkt in Aminosäuren und nicht, wie die Laktokokken, langsam und sozusagen Schritt für Schritt.

Das Kaseïnspaltungsvermögen bei verschiedenen Stämmen von Streptococcus lactis.

In unserer früheren Mitteilung über diesbezügliche Verhältnisse haben wir die Resultate der Untersuchung des Kaseïnspaltungsvermögens bei etwa 20 verschiedenen, aus Milch, Säureweckern und Käse isolierten Stämmen von Streptococcus lactis mitgeteilt. Wir haben es indessen für nötig erachtet, diese Untersuchungen dahin zu erweitern, daß sie noch mehrere Stämme umfassen. Um Bescheid zu erhalten, ob die bei derartigen Untersuchungen erhaltenen Resultate wirklich für ein und denselben Stamm an einem gegebenen Zeitpunkt konstant sind, so daß nicht etwa 2 verschiedene Kulturen desselben Stammes, die unter vollständig gleichen Verhältnissen und eine gleichlange Zeit haben stehen dürfen, wesentlich voneinander abweichende Resultate geben, haben wir eine besondere Serie Parallelproben auf folgende Weise ausgeführt:

5 verschiedene, aus Säureweckern (teils Handelspräparate, teils Molkereisäure) isolierte Stämme von Laktokokken ließen wir 2 Monate in Milchkulturen mit Kreide bei Zimmertemperatur stehen. Von jedem Stamme waren 2 Kulturen vorhanden. Über die Aufbewahrungstemperatur sei hier ein- für allemal hervorgehoben, daß dieselbe von Tag zu Tag mittels Maximum- und Minimumthermometer gemessen und notiert wurde. Bei allen im folgenden beschriebenen Versuchen schwankte die Temperatur in den Schränken, wo die Kulturen aufbewahrt wurden, zwischen niedrigstens 10,5 und höchstens 25,0°. Dies sind jedoch die äußersten Grenzen. Im allgemeinen bewegte sich die Temperatur zwischen 15 und 20°. Die Kulturen wurden immer jeden Tag sorgfältig umgeschüttelt.

---

[1]) Orla-Jensen u. Plattner, Ernst, Beiträge zur Käseanalyse. (Zeitschr. f. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genußmitt. Bd. 12. 1906. S. 193.)

[2]) Orla-Jensen, s. Fußnote S. 396.

[3]) Barthel, Chr., Studien über langstabförmige Milchsäurebakterien (Laktobazillen). (Zeitschr. f. Gärungsphysiol. Bd. 2. 1913. S. 193.)

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

Die Resultate der betreffenden Paralleluntersuchungen gehen aus Tabelle 4 hervor:

Tabelle 4.

Kultur	L. N.	Tyro-albumin-N.	Pepton-N.	Amino-N.
Oppeby 1	19,56	1,76	10,60	7,20
„ 2	17,77	1,38	9,54	6,85
Mölntorp 1	9,17	—	2,17	7,00
„ 2	9,17	—	3,07	6,10
Chr. Hansen 1	17,15	—	10,00	7,15
„ „ 2	18,18	—	10,02	8,16
Blauenfeldt & Tvede 1	22,86	2,26	9,10	11,50
„ „ „ 2	23,10	0,48	9,79	12,83
Alnarp 1	5,96	—	5,23	0,73
„ 2	3,51	—	3,16	0,35

Als allgemeine Regel dürfte wohl betont werden können, daß die Übereinstimmung zwischen den Parallelproben so gut ist, wie man es bei der Anwendung der fraglichen Analysenmethoden billigerweise begehren kann. Nur an einigen Stellen in der Tabelle, und zwar betreffs des Tyroalbuminstickstoffes bei Blauenfeldt Tvede sowie die ganze Linie entlang bei Alnarp treten zwischen den Parallelproben etwas größere Unterschiede auf.

Wir gehen nun zu dem Bericht über die fortgesetzten Versuche mit verschiedenen Stämmen über. Zusammen sind 22 neue, aus Milch und aus Säureweckern isolierte Stämme untersucht worden. In Tabelle 5 finden sich die Resultate dieser Versuche:

Tabelle 5.

Kultur	L. N.	Tyro-albumin-N.	Pepton-N.	Amino-N.
Aus Milch:				
Exp.-fältet 2	11,94	—	5,68	6,26
„ 3	17,42	2,56	2,33	12,53
„ 4	8,52	7,43	1,09	0,00
Stockholm 2	9,40	—	2,82	6,58
„ 3	19,16	4,51	7,84	6,81
„ 4	2,40	2,40	0,00	0,00
Tranbygge	16,04	0,11	6,40	9,53
Mölntorp	12,01	2,84	2,17	7,00
Aus Säureweckern:				
Milchzentrale 1	2,45	—	2,45	0,00
„ 2	0,11	0,00	0,00	0,17
Oppeby	20,80	5,64	7,83	7,33
Ålberga 1	21,83	0,88	6,60	14,35
„ 2	3,41	0,00	3,10	0,31
Äs	4,70	2,95	0,09	1,66
Stigtomta	0,00	0,00	0,00	(0,55)
Christineholm	1,09	0,00	1,07	0,02
Åda	0,22	0,00	0,00	0,77
Alnarp	5,96	0,00	5,23	0,73
Blauenfeldt & Tvede 1	22,86	2,26	9,10	11,50
„ „ „ 2	19,59	5,92	3,07	10,60
Chr. Hansen 1	22,05	4,90	9,98	7,17
„ „ 2	23,21	3,20	6,24	12,77

Sämtliche aus Milch isolierte Stämme waren Diplokokken, zuweilen in kurzen Ketten, während die allermeisten Säureweckerstämme aus langen, oft gewundenen Ketten bestanden. Eine Ausnahme hiervon machte eigentlich nur Ålberga 2, der ein typischer Diplococcus war.

Zählt man die Anzahl dieser Kulturen mit den bei unseren vorhergehenden Versuchen untersuchten zusammen, so kommt die Summe 40 heraus. Was die Zahlen in Tabelle 5 betrifft, so stimmen diese, was L. N. und Amino-N. anbelangt (dieses letztere muß, um mit den Zahlen in Tabelle 5 vergleichbar zu sein, in der vorhergehenden Mitteilung mit $^{100}/_{60}$ multipliziert werden), mit unseren früheren Resultaten überein. In Tabelle 5 schwankt L. N. für die verschiedenen Stämme zwischen 0 und 23,21, während wir vorher von 0—22,55 gefunden hatten. Ein Blick auf Tabelle 5 zeigt uns auch, daß es Stämme gibt, die nach 2 Monaten das Kaseïn nur in Tyroalbumin oder Pepton, aber gar nicht in Aminosäuren gespalten haben. Solche Stämme sind Stockholm 4 und Milchzentrale 1. Diese sind jedoch schwache Spalter. Die kräftigsten Spalter finden wir bei diesen Versuchen unter den Säureweckern, und besonders kräftige scheinen hierbei die dänischen Handelssäurewecker zu sein. Ålberga 1 und 2 zeigen indessen auch, wie eine Säure aus ein und derselben Molkerei bei verschiedenen Gelegenheiten sehr große Schwankungen in dem Spaltungsvermögen aufweisen kann.

Es wäre inzwischen auch von Interesse, zu prüfen, wie es sich mit dem Spaltungsvermögen bei verschiedenen gleichzeitig aus ein und derselben Milchprobe isolierten Stämmen verhält. Aus Mischmilch vom Experimentalfältet wurden 12 verschiedene Stämme von Laktokokken in der Weise isoliert, daß von der Aussaatkultur 12 verschiedene Kolonien von den Laktosegelatineplatten isoliert und in sterile Milch geimpft wurden. Mit 10 von diesen Milchkulturen wurden dann gleichzeitig Versuche in Kolben mit 500 ccm steriler Magermilch + Kreide wie gewöhnlich angestellt. Im Laufe des Versuches ergab sich, daß einer der Versuchskolben mit Hefe infiziert war, weshalb er kassiert werden mußte. Das Spaltungsvermögen der übrigen 9 Stämme geht aus Tabelle 6 hervor:

Tabelle 6.

Milch	L. N.	Tyroalbumin-N.	Pepton-N.	Amino-N.
Stamm 1	17.51	3.48	8.40	5,63
„ 2	21,33	5.21	6.61	9.51
„ 4	22,27	0,00	11.44	10,83
„ 5	23.56	0,00	13,28	10,28
„ 7	14,50	2.67	5.13	6.70
„ 8	11,25	1.28	4.22	5.75
„ 9	19.83	4.87	6.33	8.63
„ 10	19,60	3.76	7.39	8,45
„ 11	18,67	8,03	4.74	5,90

Unter diesen 9 Stämmen von ein und derselben Milchprobe finden sich somit recht große Verschiedenheiten. So schwankt L. N. zwischen 11.25 und 23,56, also um gut 100 Proz., und auch der Grad der Spaltung ist bei den verschiedenen Stämmen sehr verschieden. So haben z. B. die Stämme 4 und 5 bedeutend tiefer als Stamm 11 gespalten. Einen gemeinsamen Zug haben indessen alle diese Stämme, nämlich, daß sie sämtlich kräftige Spalter sind. Stamm 8 ist eher mittelmäßig, aber keiner ist schwach.

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

Ähnliche Versuche haben wir auch mit verschiedenen, aus ein und derselben Käseprobe isolierten Stämmen vorgenommen. Der betreffende Käse war ein reifer, kleinlöcheriger Güterkäse. Ein Fragment des Inneren der Käsemasse wurde in sterilem Wasser emulgiert und aus dieser Aufschlämmung wurden Plattenkulturen in Laktosegelatine gemacht. Von den auf den Platten hervorgewachsenen Kolonien wurden 4 Stämme Laktokokken isoliert, mit denen auf gewöhnliche Weise Versuche angestellt wurden. Tabelle 7 zeigt die Resultate dieser Versuche:

Tabelle 7.

Käse	L. N.	Tyro-albumin-N.	Pepton-N.	Amino-N.
Stamm 1	5,93	0,00	5,93	0,00
„ 2	20.06	2,02	5,41	12,63
„ 3	4,75	3,80	0,95	0,00
„ 4	19,23	1,07	6,93	11,23

Hier haben sich also 2 der Stämme als schwache Spalter erwiesen, während die beiden anderen ein kräftiges Spaltungsvermögen gehabt haben.

Die Konstanz der Kaseïnspaltung.

Es fragt sich nun, ob das Kaseïnspaltungsvermögen, das offenbar bei verschiedenen Stämmen von Laktokokken sehr ungleich ist, eine für ein und denselben Stamm konstante Eigenschaft ist, oder ob sie nach einer kürzeren oder längeren Zeit zu- oder abnimmt, oder sogar vollständig verschwindet.

Zur Beantwortung dieser Frage wurde zuerst ein Versuch in der Weise gemacht, daß von einigen unserer Milchkulturen mit Kreide, die 2 Monate lang gestanden hatten, vor der Analyse der Kolbeninhalte in 2 neue Kolben mit steriler Kreidemilch übergeimpft wurde, die ihrerseits 2 Monate stehen gelassen wurden, ehe sie analysiert wurden. Auf diese Weise sollte man ja erkennen können, ob das Kaseïnspaltungsvermögen der Kulturen sich von der einen Passage in Milch zur anderen verändert habe.

Tabelle 8.

Kultur	L. N.	Tyro-albumin-N.	Pepton-N.	Amino-N.
Oppeby. 1. Passage . . .	20,80	5,64	7,83	7,33
„ 2. „ . . .	19,57	1,76	10,61	7,20
Tranbygge. 1. „ . . .	16,04	0,11	6,40	9,53
„ 2. „ . . .	19,41	0,00	8,94	10,47

Nach Tabelle 8 hat das Spaltungsvermögen sich beinahe vollkommen konstant erwiesen. Bei dem Tranbyggestamm hat sie etwas, jedoch höchst unbedeutend, zugenommen. Es liegt nun die Annahme nahe, daß Kulturen in Milch ohne Kreide, wo das eiweißspaltende Enzym oder die Enzyme der Einwirkung der gebildeten Milchsäure ausgesetzt sind, schneller in ihrem Spaltungsvermögen abgeschwächt werden als Kreidekulturen.

Mit 4 der aus ein und derselben Milchprobe isolierten Laktokokkenstämme wurde folgender Versuch gemacht: Die Kulturen wurden teils in gewöhnliche Milch, teils in Milch mit Kreidezusatz übergeimpft. Diese neuen Kulturen wurden 5 Monate bei gewöhnlicher Temperatur aufbewahrt und dann wurde von diesen aufs neue in Kolben mit 500 ccm Kreidemilch geimpft. Nach 2 Monaten wurde der Inhalt der Kolben wie gewöhnlich analysiert. Hierbei erhielten wir die in Tabelle 9 wiedergegebenen Zahlen:

Tabelle 9.

Kultur	Erster Versuch				Nach Züchtung in Milch ohne Kreide während 5 Monaten				Nach Züchtung in Milch mit Kreide während 5 Monaten			
	L. N.	Tyro-albumin-N.	Pepton-N.	Amino-N.	L. N.	Tyro-albumin-N.	Pepton-N.	Amino-N.	L. N.	Tyro-albumin-N.	Pepton-N.	Amino-N.
Stamm 2	21,33	5,21	6,61	9,51	3,18	0,00	1,68	1,50	14,01	0,00	6,14	7,87
„ 5	23,56	0,00	13,27	10,29	5,92	5,37	0,55	0,00	17,84	4,26	5,17	8,41
„ 7	14,50	2,67	5,12	6,71	1,97	0,00	1,97	0,00	10,18	2,29	2,28	5,61
„ 11	18,67	8,03	4,74	5,90	6,79	0,00	3,79	3,00	17,51	2,07	2,91	12,53

Es zeigte sich also, daß die Kulturen ohne Kreidezusatz nach 5 Monaten ihr Spaltungsvermögen fast vollständig verloren hatten. Die Kulturen mit Kreidezusatz haben diese Fähigkeit behalten, aber nicht ganz intakt, denn dieselbe ist ja bei den Stämmen 2, 5 und 7 etwas heruntergegangen; bei Stamm 11 hat sie in bezug auf den Aminostickstoff, wenn auch nicht betreffs L. N., zugenommen. Stamm 7 ist im übrigen sehr unbedeutend geschwächt worden. Man darf nicht vergessen, daß die Zeit, die die Kulturen ohne Umpflanzung aufbewahrt worden sind, und zwar 5 Monate, eine ziemlich lange ist.

Man dürfte also, gestützt auf die ausgeführten Versuche mit Überführung von Kultur zu Kultur, sowohl direkt, wie nach 5 Monaten Aufenthalt, darauf schließen können, daß das Kaseïnspaltungsvermögen bei mit Kreide versetzten Milchkulturen von Laktokokken sehr lange ungeschwächt bleibt und daß bei nicht allzu selten wiederkommenden Umpflanzungen in Kreidemilch das Kaseïnspaltungsvermögen wahrscheinlich beinahe nahezu konstant bleibt. In Milchkulturen ohne Kreide werden die kaseïnspaltenden Enzyme durch Einwirkung der freien Milchsäure in hohem Grade geschwächt und allmählich vollständig zerstört.

Hängt der Spaltungsgrad von der Konzentration ab?

Nachdem sich gezeigt hat, daß das Kaseïnspaltungsvermögen für einen gewissen Laktokokkenstamm annähernd konstant ist, entsteht die Frage, ob die Ursache, daß die Menge L. N. für einen gewissen Stamm nach einer Zeit ein Maximum erreicht, das dann kaum überschritten wird (s. Tab. 3, S. 397), möglicherweise darauf beruhen kann, daß die dann erreichte Konzentration von Zerlegungsprodukten in den Milchkulturen eine weitere Spaltung des Kaseïns verhindert.

Wäre dieses der Fall, so müßte natürlich die Kaseïnspaltung über die obengenannte Grenze sich fortsetzen, wenn die Milchkultur so verdünnt wird, daß die Kaseïnkonzentration geringer wird. Um zu sehen, ob dies in Wirklichkeit eintrifft, wurde folgender Versuch gemacht:

Ein Laktokokkenstamm wurde teils in steriler, unverdünnter Magermilch + Kreide, teils in derselben Milch mit ½ bzw. ¾ Teilen 5 proz. Milchzuckerlösung geimpft. Nach 2 Monaten wurde der Inhalt aller 3 Kolben analysiert, wobei die in Tabelle 10 angeführten Resultate erhalten wurden. Die Zahlen bezeichnen hier die pro Liter Flüssigkeit gewonnene Stickstoffmenge in Gramm.

Tabelle 10.

Verdünnungsgrad	L. N.	Amino-N.
Unverdünnte Milch	1,618	0,671
½ Milch + ½ Milchzuckerlösung. .	0,860	0,398
½ „ + ¾ „ . .	0,442	0,255

Aus diesen Zahlen geht mit wünschenswerter Deutlichkeit hervor, daß die Konzentration von L. N. an sich ohne Bedeutung ist, denn, mag die Flüssigkeit so viel sie will, verdünnt werden, so bildet sich aus einer gewissen Menge Kaseïn immer dieselbe absolute Menge L. N. Für einen gewissen Laktokokkenstamm hört somit die Bildung von L. N. nicht deshalb auf, weil eine gewisse Konzentration von L. N. in der Flüssigkeit entstanden ist, sondern weil ein gewisser Prozentsatz des disponiblen Kaseïns, und zwar wahrscheinlich gerade der Teil, der den fraglichen Stamm überhaupt anzugreifen vermag, angegriffen worden ist. Man kann nämlich die erhaltenen Resultate kaum auf eine andere Weise deuten, als daß die Laktokokken nur einen gewissen, bestimmten Teil des Kaseïnkomplexes zu zersetzen vermögen.

Versuche über die vereinigte Einwirkung des Labes und der Laktokokken auf das Kaseïn in Milch.

Orla-Jensen[1]) hat durch direkte quantitative Versuche gezeigt, daß mittels Filtration durch ein Chamberlandfiltrum sterilisierter Lab auf die Eiweißstoffe der Milch sehr kräftig auflösend einwirkt, und daß diese Einwirkung durch kleine Mengen Säure noch mehr befördert wird. Es ist auch durch amerikanische Versuche bekannt, daß man durch Steigerung der Labmenge den Käse zu einer schnelleren Reife bringen kann.

Nach Orla-Jensen[2]) teilen wir hier unten einen Teil einer Tabelle mit, worin dieser Forscher die obengenannte kaseïnspaltende Fähigkeit des Labes teils allein, teils im Verein mit Laktokokken nachweist:

Tabelle 11.

Milch mit Kreide	In % des Gesamt-N.		
	L. N.	Z. N.	A. N.
Bacterium lactis acidi	2,51	2,02	0,23
Lab	11,75	0,00	0,00
Bacterium lactis acidi + Lab	60,56	5,32	0,36

---

[1]) Orla-Jensen, l. c.

[2]) Orla-Jensen, Die Bakteriologie in der Milchwirtschaft. Jena 1913. S. 142.

Hieraus geht hervor, daß ein Laktokokkenstamm, der an sich nicht im Besitze eines nennenswerten Kaseïnspaltungsvermögens ist, im Verein mit Lab die proteolytische Fähigkeit dieses Enzyms in einem hohen Grade zu vermehren vermag. Dies hängt mit aller Wahrscheinlichkeit von der Milchsäurebildung der Laktokokken ab. Man findet indessen aus dieser Tabelle auch, daß, wenn der Lab allein nicht vermocht hat, den Käsestoff in Aminosäuren abzubauen, solche Säuren dagegen durch Laktokokken und Lab im Vereine gebildet worden sind, und hier dürfte sich also die eiweißspaltende Fähigkeit der Laktokokken direkt bemerkbar gemacht haben.

Wir haben auch verschiedene Versuche in dieser Richtung ausgeführt, wobei der Lab mittels Filtrierung durch ein Chamberlandfiltrum sterilisiert und danach in einer Menge von 1 ccm in Kolben mit 500 ccm steriler Kreidemilch übergeimpft worden ist. Die Laktokokkenkulturen sind auch, wie gewöhnlich, in derselben Quantität zugeführt worden. Die Resultate gehen aus Tabelle 12 hervor:

Tabelle 12.

Kultur	L. N.	Tyro-albumin-N.	Pepton-N.	Amino-N.
Lab	16,00	0,00	13,68	2,32
Laktokokkus 1	0,35	0,00	0,00	0,55
Lab + Laktokokkus 1 . . .	68,49	2.59	46,55	19,35
Laktokokkus 2	14.51	0,00	7,55	6,96
Lab + Laktokokkus 2 . . .	72,23	1,72	54,83	15,68

Diese Versuche bestätigen zwar die Richtigkeit der Beobachtungen Orla-Jensens, sind aber in gewisser Beziehung noch ausschlaggebender. So findet man auch hier, daß ein an sich nicht spaltender Laktokokkus, nämlich Lactococcus 1, im Verein mit Lab nicht allein durch seine Säurebildung die proteolytische Wirkung des Labes in einem hohen Grade steigert, sondern außerdem eine kräftige Bildung von Aminosäuren verursacht. Weder der Lab, noch der Lactococcus 1 vermögen jeder für sich, größere Mengen solcher Säuren hervorzubringen.

Besondere. mit Mischungen sterilen Labes und reiner Milchsäure, also ohne Mitwirkung von Milchsäurebakterien, ausgeführte Versuche, über die hier näher zu berichten jedoch zu weit führen würde, haben ergeben, daß die Fähigkeit des Labes, das Kaseïn in Peptone zu spalten, durch Zusatz von freier Säure in hohem Grade vermehrt wird.

Van Dam[1]) hat übrigens schon 1910 gezeigt, daß die zersetzende Fähigkeit des Labes gegenüber dem Parakaseïn proportional der Wasserstoffionenkonzentration wächst.

Daß das von dem Lab proteolysierte Kaseïn wirklich einer fortgesetzten Spaltung durch die Einwirkung der Laktokokken unterliegt, geht aus Tabelle 13 hervor. Hier wirkte zuerst steriler Lab auf mit 10 ccm normaler Milchsäure per 500 ccm versetzte Milch ein. Nach 2 Monaten Verwahrung bei Zimmertemperatur wurde filtriert, das Filtrat unter Zusatz von Essigsäure zur Ausfällung eventuell löslichen Kaseïns erwärmt, von neuem filtriert, mit Kreide versetzt und 10 Min. lang bei 110° im Autoklaven sterilisiert, nachdem die filtrierte Menge erst auf 3 Kolben verteilt worden war. 2 dieser

---

[1]) van Dam, W., Enzym-chemische Studien über die Edamerkäsereifung. (Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 26. 1910. S. 189.)

Kolben wurden mit frischen Kulturen verschiedener Laktokokkenstämme geimpft, während der 3. ungeimpft als Kontrollkolben diente. Der Lab war durch die Autoklavierung natürlich vollständig zerstört worden. Nach 2 Monaten Verwahrung bei 26° wurde der Inhalt aller 3 Kolben analysiert:

Tabelle 13.

	Amino-N. in % von L. N.
Kontrollkolben	10.26
Laktokokkus a)	19.18
,, b)	17.91

Das Kaseïnspaltungsvermögen der Laktokokken und die Käsereifung.

Im Zusammenhang mit den zuletzt referierten Versuchen ist es von besonderem Interesse, darauf aufmerksam zu machen, daß van Dam[1]) 1910 folgende Theorie für den Reifungsprozeß bei Edamerkäse aufgestellt hat:

„Die Reifung verläuft so, daß erst durch Chymosin aus dem Parakaseïn Abbauprodukte gebildet werden. Diese Reaktion würde zum Stillstand kommen, wenn nicht durch Bakterienwirkung oder von dieser gebildeten Enzymen diese Abbauprodukte weiter gespalten würden unter Bildung von Stoffen, die dem Käse den eigentümlichen Geruch und Geschmack verleihen. Dadurch wird das Gleichgewicht gestört, und es kann von neuem Käsestoff gelöst werden."

Diese Auffassung über den Verlauf des Reifungsprozesses beim Edamerkäse, zu der van Dam durch eingehende physikalisch-chemische Untersuchungen gekommen ist, würden also darauf hindeuten, daß die Bakterien bei dieser Käsesorte nur eine mehr sekundäre Rolle spielen, und daß die Labwirkung die Hauptsache ist. Nach Orla-Jensen spricht hierfür der Umstand, daß der Edamerkäse ziemlich arm an typischen Bakterienprodukten, wie Aminosäuren und flüchtige Säuren, ist, welches Verhältnis wir auch aus eigener Erfahrung bestätigen können.

Die große Bedeutung des Labes bei der Käsereifung ist vorher, außer von Orla-Jensen, auch von van Slyke, Harding und Hart[2]) hervorgehoben worden.

Unsere Versuche haben indessen unzweideutig gezeigt, daß der überwiegende Teil der von uns geprüften 40 Laktokokkenstämme mit der Fähigkeit ausgerüstet ist, das Kaseïn in Milchkulturen, wo die gebildete Milchsäure mit Kreide neutralisiert worden ist, direkt anzugreifen. Dies ist ja auch durch Ott de Vries[3]) bestätigt worden. Es ist indessen nicht sicher, daß der wirkliche Säuregrad, d. h. die Wasserstoffionenkonzentration, in unseren Milchkulturen und im Käse dieselbe ist, und dieser Umstand muß berücksichtigt werden, wenn man unsere Versuchsresultate auf die Verhältnisse in der Praxis anwenden will. Dies hat uns auch veranlaßt, bei einigen unserer Laktokokkenstämme die Wasserstoffionenkonzentration in Kreidemilchkulturen nach 2 Monaten zu bestimmen.

---

[1]) van Dam, W., l. c.

[2]) van Slyke, L. L., Harding, H. A., and Hart, E. B., Rennet enzym as a factor in cheese ripening. (New York State Agr. Exp. Stat. Bull. 233. 1903. p. 67.) van Slyke, L. L., and Hart, E. B., Conditions affecting chemical changes in cheese ripening. (Id. Bull. 236. 1903. p. 133.)

[3]) Ott de Vries, J. J., l. c.

Bei diesen, nach der elektrometrischen Methode ausgeführten Versuchen erhielten wir für 5 untersuchte Stämme Laktokokken zwischen 5,00 und 5,09 schwankende Werte für P_H. Diese Werte entsprechen vollständig den Zahlen, die van Dam (1) als für jungen Edamerkäse normal gefunden hat, und stimmen auch mit den von Allemann (2) für jungen Emmenthalerkäse gefundenen überein. Von diesem Gesichtspunkte aus steht also dem Gedanken, daß die kaseïnspaltende Fähigkeit des betreffenden Laktokokkenstammes in Milchkultur einer ähnlichen Fähigkeit in Käse entspricht, kein Hindernis in den Weg.

Zur vollständigen Klarlegung der Bedeutung der Laktokokken für den Käsereifungsprozeß hielten wir es indessen für nötig, auch Versuche direkt in Käse, und nicht, wie bisher, nur in Milch vorzunehmen.

Bei derartigen Versuchen muß indessen die Einwirkung des Labes notwendig auf irgendeine Weise eliminiert werden. Da dieses nicht durch Auswaschen der Käsemasse, Erhitzung und dergleichen geschehen kann, blieb nichts anderes übrig, als zu versuchen, Versuchskäse ohne Anwendung von Lab herzustellen.

Wir entschieden uns nach verschiedentlicher Überlegung dafür, zur Fällung der Käsemasse dasselbe Fällungsmittel zu benutzen, das Schloßmann für die quantitative Bestimmung von Kaseïn in Milch anwendet, nämlich Alaun. Bei der Herstellung unserer Versuchskäse verfuhren wir nach verschiedenerlei vorhergegangenem Experimentieren auf folgende Weise:

10 l Milch, die vorher dauer-pasteurisiert, d. h. ½ Stunde auf 63° erhitzt und darauf abgekühlt worden waren, wurden auf 30° erhitzt und mit 100 ccm einer eben koagulierten Milchkultur von Laktokokken versetzt. Nachdem die Milch 3 Stunden gestanden hatte, um den Laktokokken Gelegenheit zu geben, sich kräftig zu vermehren und somit andere Bakterien zu verdrängen, wurde auf 40° erwärmt und dann 1,5 l gesättigte Alaunlösung zugesetzt. Hierbei wurde das Kaseïn in großen Flocken schön gefällt. Die Käsemasse wurde nun in ein anderes Gefäß übergeführt und mit am Tage vorher hergestellter, auf 100° erhitzter und hierauf abgekühlter Molke von 30° wiederholt gewaschen. Für jede Waschung wurden 10 l solcher Molken angewendet. Die ganze Molkenmenge war vorher mit 100 ccm derselben Laktokokkenkultur, die für die Käsemilch angewendet worden war, versetzt worden. Diese Prozedur des Waschens in Molken wurde vorgenommen, um so viel wie möglich die Behandlung der Käsemasse beim gewöhnlichen Käsen nachzuahmen und zu bewirken, daß der Käse den für die Milchsäuregärung nötigen Milchzucker enthalte. Nachdem die Käsemasse in den Molken in die Größe von gewöhnlichen Käsekörnern zerteilt war, wurde 45 Min. lang auf 40° nachgewärmt, worauf das Nachrühren während 30 Min. stattfand. Endlich wurde die Masse herausgenommen, mit 25 g Kreide vermischt, was sich als notwendig herausstellte, damit die Käsemasse nicht allzu sauer würde, und mit 30 g Salz gesalzt, worauf sie in eine Form gelegt, gepreßt und paraffiniert wurde. Das Gewicht der Käse war etwa 0,5 kg.

---

(1) van Dam, l. c.

(2) Allemann, O., Beiträge zur Kenntnis der wissenschaftlichen Grundlagen der Käsefabrikation. (Landw. Jahrb. d. Schweiz. 1913. S. 325.)

Ein auf solche Weise (jedoch ohne Reinkultur) hergestellter Käse wurde unmittelbar nach der Zubereitung analysiert, um als Kontrollkäse zu dienen. Die übrigen Versuchskäse müßten, bevor sie einer chemischen und bakteriologischen Analyse unterzogen wurden, immer wenigstens 2 Monate liegen.

Kontrollkäse: Gesamtstickstoff = 3,44%
L. N. . . . . . . = 3,01 des Gesamt-N.
Amino-N. . . . = 0,00 „ „

Versuchskäse 6. IX. 1917:

Analysiert 13. XII. Etwas Schimmel an der Oberfläche, aber nicht in der Masse, die dicht, zusammenhängend wie bei gewöhnlichem Käse war und einen schwachen, aber deutlichen Käsegeschmack hatte.

Die Analyse gab folgendes Resultat:

Tabelle 14.

Gesamt-N %	L. N.	Tyroalbumin-N.	Pepton-N.	Amino-N.
4,22	15,08	3,48	4,80	6,80

Hier hat also unzweifelhaft eine ziemlich kräftige Kaseïnspaltung stattgefunden, und diese ist natürlich einzig und allein der Einwirkung der Bakterien zuzuschreiben, da kein Lab vorhanden war. Möglicherweise in der Milch befindliche proteolytische Enzyme dürften bei dieser Erhitzung mit Sicherheit zerstört worden sein. Da man ja besonders auf Grund des Kreidezusatzes zu befürchten hatte, daß die Wasserstoffionenkonzentration in einem derartigen Versuchskäse bedeutende Abweichungen von der in normalen, harten Käsen gewöhnlichen aufweisen würde, machten wir Bestimmungen hierüber nach der elektrometrischen Methode, wobei wir bei der Untersuchung von 2 verschiedenen Stückchen des Käses dieselbe Zahl für P_H erhielten, und zwar

$$P_H = 4,9.$$

Dies ist ja beinahe genau dieselbe Zahl, die van Dam[1]) und Allemann[2]) als die für Edamer- bzw. Emmenthalerkäse normale Wasserstoffionenkonzentration in der ersten Zeit der Reifung gefunden hatten. Von diesem Gesichtspunkte aus waren also die Voraussetzungen für die Lebenstätigkeit der Laktokokken im Käse dieselben wie in der Praxis.

Was die Zusammensetzung des Versuchskäses im übrigen betrifft, so hatte er einen Trockensubstanzgehalt von 57,19 Proz. und einen Fettgehalt in der Trockensubstanz von 33,20 Proz.

Die bakteriologische Untersuchung, auf deren Einzelheiten hier nicht eingegangen werden soll, gab das Resultat, daß sich im Käse außerordentlich lebenskräftige Laktokokken am Leben befanden, denn ein kleines Fragment der Käsemasse, das mit der Pt-Nadel in eine Röhre mit steriler Milch übergeführt wurde, koagulierte diese fest und homogen, und bei der Titration ergab sich ein Säuregrad = 122 Thörnergrade, was ungewöhnlich hoch ist. Stäbchenformen fanden sich im Käse nicht, weder Laktobazillen noch andere Stäbchen. Bei der Aussaat einer Emulsion der Käsemasse in sterilem Wasser auf Laktosegelatine erhielt man auf der 1. Platte 5 Kolonien eines gelatineschmelzenden Mikrokokkus sowie eine etwas größere Anzahl gewöhnlicher, nicht schmelzender, indifferenter Kokken. Auf den übrigen Platten kamen solche Kolonien nicht vor, was beweist, daß die eben genannten Mikrokokken nur in sehr geringer Anzahl vorhanden waren.

---

[1]) l. c.

[2]) l. c.

Sowohl die gelatineschmelzenden wie die indifferenten Kokken wurden in Kreidemilch geimpft, die nach 2 Monaten Aufbewahrung bei Zimmertemperatur auf die gewöhnliche Weise analysiert wurde. Hierbei zeigte sich, daß die gelatineschmelzenden Kokken recht große Mengen L. N., dagegen, im Verhältnis zu L. N., unbedeutend Aminostickstoff bildeten. Daß diese Mikrokokken für die Reifung des fraglichen Versuchskäses von ausschlaggebender Bedeutung gewesen sein sollten, ist sehr unwahrscheinlich, teils und hauptsächlich wegen ihres seltenen Vorkommens, teils, weil in diesem Falle das Verhältnis zwischen L. N. und Amino-N. im Käse ein ganz anderes hätte sein müssen.

Die indifferenten Kokken besaßen, wie erwartet war, keine kaseïnspaltende Fähigkeit.

Versuchskäse 5. II. 1918:

Analysiert 2. IV. Beim Durchschneiden zeigt der Käse eine ganz reine, dichte und homogene Schnittfläche. Die Masse ist recht weich, hat einen angenehmen Käsegeruch und einen deutlichen Käsegeschmack, der jedoch in einem gewissen Grade durch den Salzgeschmack gedeckt wird. „Schmilzt“ auf der Zunge.

Die Analysenresultate gehen aus Tabelle 15 hervor:

Tabelle 15.

Gesamt-N. %	L. N.	Tyroalbumin-N.	Pepton-N.	Amino-N.
3,43	13,20	2,63	6,42	4,15

Diese Zahlen stimmen mit denen von dem vorhergehenden Versuchskäse nicht übel überein. Hier hat sich etwas mehr Pepton- und etwas weniger Aminostickstoff gebildet, aber L. N. unterscheidet sich nur um 1,88 Proz. Die Wasserstoffionenkonzentration war:

$$P_H = 5,0,$$

also genau dieselbe Zahl, wie bei dem vorhergehenden Käse und dieselbe Zahl, wie die von van Dam und von Allemann gefundene.

Der Trockensubstanzgehalt in diesem Käse war 58,55 Proz. und der Fettgehalt der Trockensubstanz 38,58 Proz.

Die bakteriologische Untersuchung ergab, daß der Käse, außer Massen von vollständig typischen, kräftig milchkoagulierenden Streptococcus lactis auch recht zahlreiche, große Sarcinen enthielt, die Gelatine trichterförmig schmolzen und in der Milchkultur eine deutliche Peptonisierung des vorher gefällten Kaseïns herbeiführten. Da es ja möglich erscheint, daß diese Sarcinen, die auf den Gelatineplatten im Verhältnis zu den Milchsäurebakterien ungefähr in der Proportion 4 : 30 vorkamen, zur Zersetzung der Käsemasse beigetragen haben können, wurde ihr Kaseïnspaltungsvermögen in Kreidemilch nach 2 Monaten bei Zimmertemperatur untersucht. Hierbei ergab sich, daß diese Bakterien eine starke Zersetzung des Kaseïns verursachten, wobei sich jedoch hauptsächlich höhere Spaltungsprodukte gebildet hatten, während Aminosäuren in verhältnismäßig geringer Anzahl gebildet wurden. Daß diese Sarcina eine größere Bedeutung für die Kaseïnspaltung in unserem Versuchskäse haben sollte, ist indessen sehr wenig wahrscheinlich, da die Menge L. N. in diesem Käse sogar etwas geringer als bei dem vorhergehenden ist.

Versuchskäse 28. II. 1918:

Beim Durchschnitt reine, ganz dichte, aber nicht vollständig homogene Schnittfläche, in der mehr durchscheinende Partien mit vollkommen weißen abwechseln. Die Masse ist normal, weich und plastisch, hat einen angenehmen Käsegeruch und Käsegeschmack. Die Analyse gibt folgende Resultate:

Tabelle 16.

Analyse am	Gesamt-N. %	L. N.	Tyroalbumin-N.	Pepton-N.	Amino-N.
24./4.	4,46	7,27	1,75	4,24	1,28
24./6.	4,99	11,21	1,46	7,32	2,43

Dieser Versuchskäse zeigt also einen bedeutend geringeren Grad von Kaseïnspaltung als die vorhergegangenen. Bei der Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration fand sich am 24./4., daß diese war:

$$P_H = 5,6;$$

die Reaktion in diesem Käse war also bedeutend weniger sauer als in den beiden vorhergehenden Versuchskäsen, die ja in dieser Beziehung vollkommen normal waren. Der bei dem hier in Frage kommenden Versuchskäse angewendete Laktokokkenstamm hat sich somit als ein schlechter Spalter erwiesen, was ja auf der schwachen Wasserstoffionenkonzentration in der Käsemasse beruhen kann. Der Trockensubstanzgehalt des Käses war 61,44 Proz. und der Fettgehalt in der Trockensubstanz 34,50 Proz.

Die bakteriologische Untersuchung zeigte, daß außer Laktokokken auch vereinzelte grampositive, nicht sporenbildende, mittelgroße Stäbchen im Käse waren. Sie kamen jedoch äußerst sparsam vor und wurden deshalb nicht näher untersucht.

Unsere Käsebereitungsversuche haben es indessen äußerst wahrscheinlich gemacht, daß die Laktokokken das Parakaseïn im Käse auch ohne Hilfe von Lab direkt anzugreifen und teilweise bis in Aminosäuren zu spalten vermögen.

Daß der Lab unter praktischen Verhältnissen bei der Zersetzung der Käsemasse eine sehr wichtige Rolle spielt, ist augenscheinlich, die Bakterien müssen aber doch mit dabei sein, um den Abbauprozeß so weiterzuführen, daß die für die Käsereifung charakteristischen Aminosäuren sich bilden können. Dies stimmt ja auch mit van Dams' Resultaten überein. **Die Milchsäurebakterien sind jedoch, wie schon betont,** nicht auf diese mehr sekundäre Tätigkeit hingewiesen, sondern sind auch imstande, den Käsestoff selbst in beträchtlichem Grade direkt anzugreifen und zu zersetzen.

Der Gedanke, daß die in unseren beiden ersten Versuchskäsen gefundenen, gelatineschmelzenden Mikrokokken in einem wesentlicheren Grade auf das Resultat einwirken könnten, ist aus mehreren Gründen unwahrscheinlich. Teils kommen sie im Verhältnis zu den Laktokokken in sehr geringer Menge vor, teils bilden sie verhältnismäßig kleine Mengen Aminosäuren, wogegen die in jenen Käsen gefundenen Mengen, oder, richtiger gesagt, Mengenverhältnisse zwischen Tyroalbumin-, Pepton- und Aminostickstoff gerade die für die Laktokokken charakteristischen sind. Daß endlich die Kaseïnspaltung in dem 3. Versuchskäse so schwach war, muß als auf der niedrigen Wasserstoffionenkonzentration in diesem Käse beruhend betrachtet werden, eine Wasserstoffionenkonzentration, die ungefähr der in frischer Milch herrschenden entspricht und bei welcher die kaseïnspaltenden Enzyme nur unbedeutend wirken.

Versuchskäse herzustellen, die wirklich absolute Reinkulturen der zugesetzten Laktokokken enthalten, scheint beinahe unmöglich zu sein: diese Fehlerquelle dürfte folglich niemals ganz eliminiert werden können. Sie muß jedoch aus den oben angeführten Gründen als ziemlich unwesentlich betrachtet werden können.

Zusammenfassung.

1. An Stelle der früheren Einteilung der Spaltungsprodukte des Käsestoffes während der Käsereifung in löslichen Stickstoff (L. N.), Zersetzungsstickstoff (Z. N.) und Ammoniakstickstoff (A. N.) schlagen wir für die harten Käsesorten eine auf teilweise andere Gründe gestützte Einteilung des löslichen Stickstoffes in Tyroalbuminstickstoff, Peptonstickstoff und Aminostickstoff vor. Diese verschiedenen Formen von L. N. werden, wie vorher, in Prozenten des Gesamtstickstoffes ausgedrückt.

2. Das Kaseïnspaltungsvermögen in Kreidemilchkulturen wurde für 22 neue, aus Milch und Säureweckern isolierte Laktokokkenstämme untersucht. Die Versuchszeit war stets 2 Monate. Hierbei fand sich, daß die Menge des gebildeten löslichen Stickstoffes für diese Stämme zwischen 0 und 23,21 in Prozenten des Gesamtstickstoffes schwankt. Zusammen mit den in der vorigen Mitteilung beschriebenen Stämmen beträgt die Anzahl der von uns auf das Kaseïnspaltungsvermögen untersuchten Stämme 40.

3. Aus ein und derselben Milchprobe wurden 9 Stämme Laktokokken isoliert, deren Kaseïnspaltungsvermögen, wie sich erwies, zwischen 11,25 und 23,56 L. N. schwankte.

4. Aus ein und derselben Käseprobe (kleinlöcherigem Güterkäse) wurden 4 Stämme isoliert, von denen

2 schwaches und 2 kräftiges Kaseïnspaltungsvermögen zeigten.

5. Das Kaseïnspaltungsvermögen eines gewissen Laktokokkenstammes zeigte sich bei allmählicher Überführung von einer Kreidemilchkultur in eine andere nahezu konstant. Auch nach 5 Monaten Aufbewahrung in Kreidemilch war die Spaltungsfähigkeit nur unbedeutend herabgesetzt, während sie bei einer gleich langen Aufbewahrung der Kulturen in Milch ohne Kreidezusatz beinahe vollständig verloren ging.

6. Der Spaltungsgrad ist unabhängig von der Konzentration von L. N., indem sich, unabhängig von dem Verdünnungsgrad in der Kulturflüssigkeit, stets für ein und denselben Laktokokkenstamm aus einer gewissen Menge Kaseïn dieselbe absolute Menge L. N. bildet.

7. Wie Orla-Jensen schon vorher bewiesen hat, vermag ein Laktokokkenstamm, der an sich nicht im Besitze eines nennenswerten Kaseïnspaltungsvermögens ist, im Verein mit Lab, die proteolytische Fähigkeit dieses Enzyms in einem hohen Grade zu steigern, was auf der von den Laktokokken verursachten Milchsäurebildung beruht. Wir haben außerdem gefunden, daß ein an sich nicht kaseïnspaltender Laktokokkus im Verein mit Lab eine kräftige Bildung von Aminosäuren herbeizuführen vermag, was weder der Lab, noch der fragliche Laktokokkus jeder für sich zustande zu bringen vermochte.

8. Dadurch, daß wir Lab auf mit Milchsäure versetzte Milch einwirken ließen, wurde ein Teil des Kaseïns in lösliche Stickstoffverbindungen übergeführt. Nach Filtration, Erwärmung mit Essigsäure und wiederholter Filtration nebst Zusatz von Kreide und Sterilisierung wurde die so erhaltene Flüssigkeit mit Laktokokken geimpft, wobei sich ergab, daß diese die Zersetzung der durch den Lab gebildeten, löslichen Kaseïnspaltungsprodukte kräftig fortsetzten.

9. Unter möglichst aseptischen Verhältnissen durch Fällung mit Alaun und Waschen in Molken (also in Abwesenheit von Lab) sowie bei der Herstellung mit Reinkulturen von Laktokokken geimpfter Käse zeigte nach 2monatiger Lagerung bei Zimmertemperatur deutliche Zeichen von Reife, wie auch die chemische Untersuchung gleichzeitig feststellte, daß in der Käsemasse eine nicht unbedeutende und für die Laktokokken typische Kaseïnspaltung vorgegangen war.

Die Wasserstoffionenkonzentration in dieser Masse war in 2 von den 3 Versuchskäsen ganz dieselbe, wie die, die von van Dam als in frischem Edamerkäse und von Allemann in frischem Emmenthalerkäse herrschend gefunden worden ist. In dem 3. Versuchskäse, wo die Wasserstoffionenkonzentration abnorm niedrig war, war auch die Kaseïnspaltung ziemlich unbedeutend.

Nachdruck verboten.

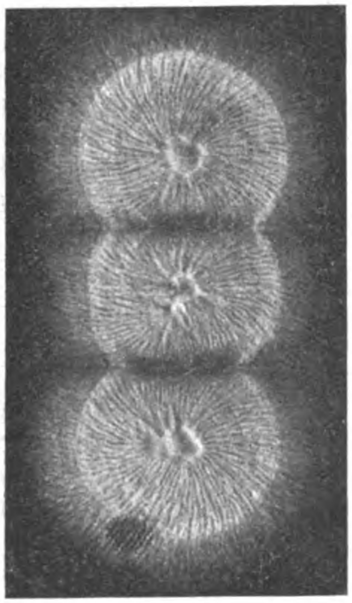
Über Pilzkolonien mit spiraligem Wachstum.

[Aus dem botanischen Laboratorium der Akademie Weihenstephan.]

Von **Friedrich Boas.**

Mit 1 Textfigur.

Die kleine Notiz von E. Pringsheim (diese Zeitschr. Abt. II. Bd. 48. 1918. S. 513—515) gibt mir Veranlassung, einige ganz ähnliche Erscheinungen spiraligen Wachstums bei Pilzkulturen zu erwähnen. Wie die beigegebene Abbildung einer Riesenkultur von Oidium lactis zeigt, sind die 3 Kolonien sehr deutlich in einer spiralig gleichsinnigen Drehung gewachsen. Die Drehung ist durchaus sehr deutlich; als Kulturmedium diente Würzegelatine (10 Proz. Gelatine, 10 Proz. gehopfte Bierwürze). An den Kolonien ist übrigens außerdem noch bemerkenswert, daß die Kulturen an ihren Berührungspunkten sich gegenseitig im Wachstum hemmen, also nicht ineinander hineinwachsen. Diese Erscheinungen kommen bei Kulturen gleicher Arten sehr häufig vor und ist vielleicht geeignet, einen Hinweis auf verwandtschaftliche Beziehung zu geben; jedenfalls durchwachsen sich Kulturen verschiedener Arten ohne weiteres, wie die tägliche Erfahrung im Laboratorium lehrt.



Besonders deutliches spiraliges Wachstum zeigen junge Kulturen von Penicillium brevicaule Sacc., und auch Rhizopus nigricans läßt spiraliges Wachstum junger Kulturen erkennen. Ebenso habe ich, z. B. bei Arten von Pseudomonilia oftmals spiraliges Wachstum beobachtet. Die Erscheinung des spiralig gedrehten Wachstums junger Kolonien ist also bei Pilzen eine weitverbreitete Erscheinung.

Nachdruck verboten.

Zur Ernährungsphysiologie der Eisenbakterien.

Von **Rudolf Lieske**, Heidelberg.

Mit 1 Tafel.

Seit Jahren mit dem Studium der Eisenbakterien beschäftigt, beabsichtigte ich, eine zusammenfassende Darstellung der Morphologie und Physiologie dieser Organismen auszuarbeiten. Die Eisenbakterien haben von anderen Mikroorganismen wesentlich abweichende Eigenschaften und Ernährungsansprüche, so daß nur mit peinlichster Sorgfalt durchgeführte und sehr langwierige Versuche zu einem befriedigendem Ziele führen können. Durch die ungünstigen Zeitverhältnisse veranlaßt, ist die Möglichkeit einer Vollendung dieses Planes leider in weite Ferne gerückt.

Da über den wesentlichsten Punkt in der Eisenbakterien-Frage, d. h. über die Bedeutung der Eisen- bzw. Manganspeicherung dieser Organismen, namentlich auf Grund der bekannten Arbeit Molischs (1), in neuerer Zeit die Ansicht verbreitet ist, daß diese Metalle auf das Wachstum der Eisenbakterien keinen besonderen Einfluß haben, seien im folgenden einige Beobachtungen über die Ernährungsphysiologie von Leptothrix ochracea, des verbreitetsten und bekanntesten Vertreters dieser Gruppe, mitgeteilt:

Literaturübersicht.

Die Lebensbedingungen der Eisenbakterien wurden zuerst im Jahre 1888 an Leptothrix ochracea näher untersucht von Winogradsky (3). Er hält die Eisenspeicherung dieses Organismus für einen unbedingt notwendigen Lebensprozeß und drückt das Hauptresultat seiner Untersuchungen wie folgt aus: „Die Lebensprozesse der Eisenbakterien werden ausschließlich oder hauptsächlich auf Kosten der bei der Oxydation von Eisenoxydul zu Eisenoxyd freiwerdenden Wärme (aktuelle Energie) im Gange gehalten.“ Es kann hier nicht näher auf die Untersuchungen Winogradskys eingegangen werden. Es sei nur gesagt, daß seine Beweisführung den heutigen Anforderungen nicht mehr genügt.

Ein entschiedener Gegner der Ansicht von Winogradsky ist Molisch, der in zwei ausführlichen Arbeiten (1, 2) das Gegenteil der Winogradskyschen Hypothese zu beweisen sucht. Nach Molisch ernährt sich Leptothrix ochracea nur heterotroph; die Speicherung des Eisens- bzw. Mangans ist nach ihm für die Ernährung dieses Organismus von gar keiner oder nur ganz nebensächlicher Bedeutung. Seine Beweisführung soll später näher besprochen werden.

1910 wurde von mir (4) gezeigt, daß Spirophyllum ferrugineum in eisenhaltigen, anorganischen Lösungen ohne Zusatz einer organischen Kohlenstoffquelle wachsen kann. Ob Spirophyllum ein selbständiger Organismus ist, oder nur eine Wachstumsform von Gallionella ferruginea, oder ob vielleicht diese beiden Organimen identisch sind mit Leptothrix ochracea, konnte bisher nicht entschieden werden. Die verschiedentlich geäußerte Annahme, daß Spirophyllum und Gallionella überhaupt keine Organismen, sondern nur anorganische Produkte seien, bedarf für jeden, der das Wachstum dieser wie Leptothrix ochracea anfangs eisenfreien Organismen beobachtet hat, keiner Widerlegung.

1915 erschien eine Arbeit von Zikes (5) über die Morphologie und Physiologie von Cladothrix dichotoma. Cladothrix dichotoma speichert in der Scheide zuweilen geringe Mengen Eisen; zu den eigentlichen Eisenbakterien ist dieser Organismus jedoch nicht zu rechnen.

Zikes gibt an, seine Reinkulturen von Cladothrix zur Prüfung der Winogradskyschen Hypothese verwendet zu haben. Er stellte seine Versuche wie folgt an: Er ließ Cladothrix in so weit, als technisch möglich, eisenfreien, organischen Nährlösungen wachsen, und zum Vergleich in solchen, die geringe Mengen Eisen bzw. Mangan enthielten. Das Resultat war, daß der Organismus in allen Nährlösungen gut gedieh, und zwar in der eisen- und manganhaltigen ein wenig besser als in der von diesen Metallen freien. Auf Grund dieser Versuche glaubt Zikes, die Ansicht Winogradskys über die Bedeutung der Eisenspeicherung für die Ernährung der Eisenbakterien widerlegt zu haben und die Ansicht Molischs zu bestätigen.

Der Autor dürfte mit beinahe jedem beliebigen Mikroorganismus zu dem Resultat gelangt sein, daß in technisch eisenfreien Nährlösungen ein nur wenig geringeres Wachstum erfolgt als in eisenhaltigen. Inwiefern er mit seinen Versuchen etwas zur Lösung der Eisenbakterienfrage beigetragen zu haben meint, ist nicht ersichtlich. Das einzig Wesentliche, nämlich, ob und unter welchen Bedingungen Cladothrix dichotoma in seinen Kulturen Eisen- bzw. Mangan gespeichert hat, berührt der Autor mit keinem Worte. Daß Cladothrix in eisenfreien, organischen Nährlösungen wachsen kann, beweist durchaus nicht, daß unter anderen Bedingungen die Eisenspeicherung für diesen Organismus von hoher ernährungsphysiologischer Bedeutung sein kann. Besondere Resultate sind bei diesen Versuchen aber von vornherein nicht zu erwarten, da Cladothrix dichotoma in der Natur niemals größere Mengen Eisen speichert.

Besprechung der Arbeit Molischs über die Ernährung der Eisenbakterien.

Wie bereits angedeutet wurde, ist der wesentlichste Punkt der Arbeit Molischs die Widerlegung der zuerst von Winogradsky aufgestellten Behauptung, daß die Eisen- bzw. Manganspeicherung für die Ernährung der Eisenbakterien von ausschlaggebender Bedeutung sei. Nach Molisch ist die Speicherung dieser Metalle für die Eisenbakterien ernährungsphysiologisch von gar keiner oder nur ganz nebensächlicher Bedeutung. Die einzelnen Beweisgründe, die Molisch für seine Ansicht anführt, bedürfen einer näheren Besprechung.

Der erste und wichtigste Beweisgrund, den Molisch für die Bedeutungslosigkeit der Eisenspeicherung bei Leptothrix ochracea angibt, ist die Tatsache, daß dieser Organismus in einer reinen, 1—2 proz. Peptonlösung ohne Zusatz von Eisen- bzw. Mangansalzen gut zu wachsen vermag. Ich kann die Beobachtung Molischs durchaus bestätigen. In Peptonlösungen von der angegebenen Konzentration läßt sich mit Reinkulturen von Leptothrix ochracea ein gutes Wachstum erzielen. Die Ernährung des Organismus geschieht dabei zweifellos rein heterotroph. Daß in der Natur ein ähnlich guter Nährboden den Eisenbakterien niemals zur Verfügung steht, braucht nicht hervorgehoben zu werden. Die natürlichen Fundorte von Leptothrix ochracea enthalten, wenn überhaupt, dann immer nur ganz

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

minimale Mengen von organischer Substanz. In Peptonlösungen von niederer Konzentration, auch wenn ihr Gehalt an organischer Substanz den der natürlichen Fundorte noch ganz wesentlich übertrifft, läßt sich aber mit Reinkulturen dieses Organismus gar kein oder nur ein ganz geringes Wachstum beobachten.

In Peptonlösungen ohne Eisenzusatz können die Bakterien natürlich kein Eisen speichern; die Scheibe bleibt äußerst dünn. Daß dagegen in der Natur niemals eine Massenvegetation von Eisenbakterien ohne beträchtliche Eisen- bzw. Manganspeicherung beobachtet wird, ist allgemein bekannt (vgl. Fig. 3 und 5).

Es ist daher sehr unwahrscheinlich, daß die Ernährung von Reinkulturen von Leptothrix ochracea in Peptonlösung derjenigen an natürlichen Fundorten entspricht. Daß Reinkulturen dieses Organismus in organischen Nährlösungen rein heterotroph wachsen, ist absolut kein Beweis dafür, daß unter natürlichen Verhältnissen die Eisenspeicherung nicht von ausschlaggebender ernährungsphysiologischer Bedeutung ist.

Es sei hier nur daran erinnert, daß autotrophe Bakterien (z. B. Methanbakterien und Wasserstoffbakterien) sowohl rein autotroph als auch rein heterotroph wachsen können. In meiner Sammlung befinden sich Reinkulturen von 18 verschiedenen Arten von Grünalgen. Dieselben werden, zum Teil schon seit Jahren, genau wie Bakterien auf Nähragar im Dunkeln kultiviert und wachsen dabei zum größten Teil ganz ausgezeichnet. In anorganischer Nährlösung assimilieren dieselben im Lichte jederzeit wieder Kohlensäure. Auf Grund des rein heterotrophen Wachstums der Grünalgen kann man selbstverständlich nicht schließen, daß dieselben keine Kohlensäure assimilieren können. Daß bei Grünalgen in der Natur eine rein heterotrophe Ernährung nur eine ganz unbedeutende Rolle spielt, braucht nicht weiter erörtert zu werden. Daß dies bei den Eisenbakterien ebensowenig der Fall ist, soll später noch näher ausgeführt werden. Jedenfalls sind die Ausführungen Molischs durchaus kein Beweis dafür, daß unter natürlichen Verhältnissen die Eisenspeicherung für Leptothrix ochracea ohne ernährungsphysiologische Bedeutung ist.

Als weiteren Grund für die rein heterotrophe Ernährungsweise von Leptothrix ochracea führt Molisch an, daß er „bei seinen langjährigen Kulturen niemals ein Gedeihen der Leptothrix ochracea ohne organische Substanzen bemerkt hat, immer waren diese nötig“. Ich habe in rein anorganischen Nährlösungen ein gutes Wachstum von Leptothrix ochracea beobachtet. Da Molisch keinerlei Angaben über seine mißlungenen Kulturversuche macht, läßt sich der Grund seiner Mißerfolge nicht beurteilen.

Nach Molisch spricht ferner die Vertretbarkeit des Eisens durch das Mangan nicht zugunsten von Winogradskys Hypothese, „da wir bisher noch keinen Fall im Pflanzenreich kennen, wo das Eisen für die vollständige Entwicklung eines Organismus von größter Wichtigkeit ist und gleichzeitig durch Mangan ersetzt werden könnte“. — Nach allen bisher gemachten Beobachtungen kann bei Leptothrix ochracea ernährungsphysiologisch das Mangan die Rolle des Eisens vertreten. Molisch übersieht, daß alle bisher über die Vertretbarkeit des Eisens durch das Mangan angestellten Versuche sich lediglich auf dieses Metall als notwendigen Nährstoff beziehen, nicht aber auf seine Bedeutung als Energiequelle für die Assimilation.

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

Weiter führt Molisch aus, daß die Eisenverbindungen nicht, wie Winogradsky meinte, von dem Organismus von Oxydul zu Oxyd umgewandelt werden, sondern daß die Verbindungen von der Gallertscheide lediglich zurückgehalten und vom Luftsauerstoff oxydiert werden. — Molischs Einwände sind auch in diesem Punkte nicht zutreffend. Wenn eine Beteiligung des Organismus an dem Oxydationsprozeß nicht vorhanden wäre, wäre es nicht möglich, daß Manganoxydulverbindungen, die vom Luftsauerstoff niemals oxydiert werden, in der Bakterienscheide in oxydiertem Zustande niedergeschlagen werden. Der Luftsauerstoff spielt bei dem Oxydationsprozeß sicher eine große Rolle, aber nicht in dem Sinne, wie Molisch annimmt. Oxydierende Fermente sind übrigens auch von einer ganzen Reihe anderer Bakterien bekannt.

Endlich führt Molisch aus, daß auch die Beobachtung, daß nach Enteisnung von Wässern das vorher üppige Wachstum der Eisenbakterien verschwindet, nicht zugunsten der Theorie Winogradskys spricht. Er gib an, daß mit der Enteisnung zugleich das Wasser einen Verlust an organischer Substanz und an verschiedenen gasförmigen Verbindungen erleidet, und daß dadurch das Verschwinden der Bakterienvegetation verursacht wird. Daß Molisch an natürlichen Fundorten von Eisenbakterien Untersuchungen über den Gehalt des Wassers an organischer Substanz angestellt hat, geht aus seinen Angaben nicht hervor. Alle von mir und von anderer Seite in großem Maßstabe durchgeführten genauen Untersuchungen über diesen Punkt widersprechen den Auslegungen Molischs. Es ist mir aus vertraglichen Gründen hier nicht möglich, genauer über diese Untersuchungen zu berichten. Jedenfalls ist sicher, daß nur der Gehalt eines Wassers an Eisen bzw. Mangan für das massenhafte Auftreten der Eisenbakterien ausschlaggebend ist, und keineswegs, wie Molisch annimmt, der Gehalt des Wassers an organischer Substanz oder anderen Stoffen.

Die gegen seine Ansicht sprechende Tatsache, daß eine Massenvegetation von Eisenbakterien nur in eisenhaltigen, niemals in sehr eisenarmen Wässern, ganz gleich, was für einen Gehalt an organischer Substanz dieselben haben, in der Natur sich findet, übersieht Molisch. Er erklärt aber umgekehrt das Auftreten von Eisenbakterien in stark eisenhaltigen Wässern dadurch, daß er denselben eine höhere Resistenz gegen Eisen- bzw. Mangansalze zuschreibt als anderen saprophytischen Mikroorganismen. Diese Annahme ist aber nicht zutreffend. Die Eisen- bzw. Manganmengen, die in natürlichen Gewässern enthalten sind, dürften bei kaum einem heterotrophen Mikroorganismus eine Wachstumshemmung hervorrufen; bei den meisten Organismen wird dadurch sogar sicher eine Erhöhung der Wachstumsenergie verursacht. Außerdem ergab sich bei meinen Versuchen mit Leptothrix ochracea die unerwartete, von Molisch nicht beobachtete Tatsache, daß gerade dieser Organismus sehr empfindlich ist gegen höhere Konzentrationen von Eisen- bzw. Mangansalzen. Eisen- bezw. Manganmengen, die auf das Wachstum der meisten Mikroorganismen keinerlei hemmenden Einfluß haben, können unter Umständen das Wachstum dieses typischen Eisenbakteriums gänzlich aufheben.

Weiter müssen hier noch einige Versuche Molischs mit Rohkulturen von Leptothrix ochracea besprochen werden. Er kultivierte diesen Organismus in Moldauwasser mit verschiedenen Zusätzen und gibt in einer übersichtlichen Tabelle die Resultate dieser Kulturversuche wieder. Eine Anzahl davon sei hier herausgegriffen:

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

Zusatz zum Moldauwasser:	**Entwicklung von Leptothrix:**
Zitronensaures Ammoniak	Keine oder fast keine Entwicklung
„ Eisen-Ammoniak.	Gute Entwicklung
„ Magnesium	Keine oder fast keine Entwicklung
„ Eisen-Magnesium . . .	Gute Entwicklung
„ Kalium	Keine oder fast keine Entwicklung
„ Eisen-Kalium	Gute Entwicklung
Essigsaures Natrium	Keine oder fast keine Entwicklung
„ Mangan	Gute Entwicklung
Pepton 0,5 Proz.	Wenig Leptothrix
Mangan-Pepton 0,5 Proz.	Ausgezeichnete Entwicklung
Pepton + Mangankarbonat	Sehr gute Entwicklung.

Vorstehenden Versuchsergebnissen, die in hohem Grade wahrscheinlich machen, daß das Eisen- bzw. Mangan-Ion von großer ernährungsphysiologischer Bedeutung für Leptothrix ochracea ist, schenkt Molisch keine Beachtung. Er wiederholt diese Versuche auch nicht mit Reinkulturen. Daß Molisch nicht in allen Fällen in Kulturen mit Eisen- bzw. Manganzusatz ein besseres Wachstum erhielt als ohne diese Metalle, liegt einerseits in der Anwendung ungeeigneter Salze, andererseits daran, daß er viel zu hohe Konzentrationen anwendete.

Der von Molisch und anderen Forschern vertretenen Ansicht, daß durch vorstehend besprochene Untersuchungen bewiesen sei, daß die Eisen- bzw. Mangan-Speicherung für Leptothrix ochracea ernährungsphysiologisch von gar keiner oder nur nebensächlicher Bedeutung sei, kann ich mich in keinem Punkte anschließen; Molischs eigene Versuche machen es vielmehr in hohem Grade wahrscheinlich, daß diese Metalle für die Ernährung des Organismus eine bedeutende Rolle spielen.

Die Herstellung von Reinkulturen.

Exakte ernährungsphysiologische Versuche mit Eisenbakterien können selbstverständlich nur mit Reinkulturen ausgeführt werden. Daß diese Organismen zu den schwieriger kultivierbaren gehören, wird mancher, der sich vergeblich um die Herstellung von Eisenbakterien-Kulturen bemüht hat, bestätigen können. Molisch schreibt, daß es ihm erst nach jahrelangen, vergeblichen Versuchen gelungen sei, Leptothrix ochracea in Reinkultur zu erhalten; ihm ist zweifellos das Verdienst zuzuschreiben, als Erster überhaupt Reinkulturen von Eisenbakterien besessen zu haben.

Er wendete zur Gewinnung der Kulturen einen Nährboden von folgender Zusammensetzung an:

1000 g Torfwasser
0,25 „ Mangan-Pepton
100 „ Gelatine.

Die Lösung wurde mit Kalilauge schwach alkalisch gemacht. Ich habe 1910 nach dem Erscheinen der Arbeit Molischs genau nach seinen Angaben eine Reinkultur von Leptothrix ochracea erhalten. Da die Herstellung der Kulturen keine besonderen Schwierigkeiten machte, habe ich auf die Erhaltung derselben keinen Wert gelegt. Später ist es mir jedoch, trotz sehr vieler Versuche, nicht wieder gelungen, eine solche Kultur zu gewinnen. Um alles Persönliche auszuschalten, ließ ich wiederholt andere Personen nach Molischs Angaben die Herstellung von Reinkulturen von Leptothrix ochracea versuchen, jedoch ohne jeden Erfolg. Daß

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

in allen Fällen frisches, lebensfähiges Impfmaterial angewendet wurde, ist selbstverständlich. Daß die angewendeten Nährböden nicht an den Mißerfolgen Schuld sein können, geht daraus hervor, daß später auf andere Weise gewonnene Reinkulturen auf denselben Nährböden gut gediehen.

Molisch beschreibt ähnliche Mißerfolge nach seiner Übersiedlung von Prag nach Wien, und gibt an, daß wahrscheinlich die Verschiedenheit des angewendeten Manganpeptons die Ursache der Mißerfolge gewesen sei. Vielleicht beruhen aber die Mißerfolge auf anderen Gründen. Soweit ich aus meinen Versuchen bisher übersehen kann, wachsen nur ganz bestimmte Entwicklungsstufen von Leptothrix ochracea in den Kulturen an, und zwar solche, die im Ausgangsmaterial meist fehlen. Das Nichtanwachsen von gutem, natürlichen Leptothrix-Material auf Nährböden, die für das Wachstum dieses Organismus vorzüglich geeignet sind, läßt sich jedenfalls kaum anders erklären. — Bei Spirophyllum ferrugineum scheinen die Verhältnisse übrigens ähnlich zu liegen; trotz mehrfacher Versuche konnte ich keine brauchbaren Kulturen wieder erlangen.

Da anfangs angenommen wurde, daß die ungeeignete Beschaffenheit des angewendeten Nährbodens die Ursache der Mißerfolge bei den Kulturversuchen von Leptothrix ochracea sei, wurden verschiedene Nährböden von anderer Zusammensetzung versucht. Da weder Torfwasser noch Manganpepton bestimmte Begriffe sind, wurden diese Substanzen durch andere Stoffe ersetzt. Da ferner im Ausgangsmaterial meist sehr zahlreiche gelatineverflüssigende Bakterien enthalten sind, wurde die Gelatine durch Agar ersetzt. Nach vielen vergeblichen Versuchen ergab sich schließlich, daß ein sehr einfacher Nährboden für die Kultur von Leptothrix ochracea vorzüglich geeignet ist. Derselbe besteht aus

Destilliertes Wasser	1000	ccm
Agar	10	g
Mangan-Acetat	0,1	„

Pepton, das nach den Angaben Molischs für die Entwicklung von Leptothrix ochracea besonders wichtig ist (er bezeichnet diese Art als ausgesprochenen Peptonorganismus), ist in dem angegebenen Nähragar vollständig unnötig. Der Nähragar eignet sich vorzüglich sowohl zur Herstellung, als auch zur Aufbewahrung der gewonnenen Reinkulturen. 6 Monate alte Kulturen erwiesen sich noch als vollkommen lebensfähig.

Die Reinkulturen wurden von mir dadurch gewonnen, daß etwas frisches Impfmaterial in die Mitte einer großen Agarplatte gebracht wurde und mit einem Glasspatel (rechtwinklig umgebogener Glasstab) gleichmäßig auf derselben verteilt wurde, etwa so, wie man bei der Untersuchung von Stuhlproben auf Typhus und Ruhr verfährt. Die Platten müssen ganz frisch sein und noch etwas Kondenswasser auf der Oberfläche haben. Auf ganz trockenen Platten wachsen die Kolonien nur sehr schlecht oder gar nicht an.

Zum Impfen benutzt man am besten möglichst reines Material von natürlichen Fundorten. Wenn man zunächst Rohkulturen mit Heuwasser und Mangankarbonat herstellt, so wächst dieses Material gewöhnlich besser an, die Platten sind aber dann meist so stark verunreinigt, daß man keine Reinkulturen erhalten kann. Daß jedoch nicht mit jedem guten Ausgangsmaterial sich Kulturen herstellen lassen, sei hier nochmals ausdrücklich erwähnt. Über die Ursache des häufigen Versagens lassen sich nähere Angaben vorläufig nicht machen.

Das Wachstum des Impfmaterials läßt sich auf den Agarplatten mikroskopisch schon nach 2—3 Tagen bei Zimmertemperatur beobachten. Die dünnen Bakterienketten wachsen dann zu beiden Seiten der alten, beim Impfen zerbrochenen Bakterienscheiden heraus. Sie sind zunächst gänzlich farblos und lassen eine Scheide nicht erkennen. Nach einigen Tagen wird die Scheide durch eingelagertes Mangan deutlich sichtbar; die langauswachsenden Fäden rollen sich häufig an den Enden spiralig auf, was sehr charakteristische Bilder ergibt (vgl. Fig. 1). Nach ungefähr 8—14 Tagen sind die einzelnen Kolonien deutlich als brauner Anflug mit bloßem Auge auf der Agaroberfläche zu erkennen und können auf neuen Nährboden übergeimpft werden.

Es gelang mir auf vorstehend beschriebene Weise leicht, Reinkulturen von Leptothrix ochracea herzustellen. Schwierigkeiten mit einem auf der Bakterienscheide schmarotzenden gelben Kokkus, die Molisch eingehend beschreibt, habe ich nicht gehabt. Die von Molisch beschriebene Kolonieform von Leptothrix sowie eine Abscheidung von Mangan außerhalb der Kolonie habe ich auf dem von mir angewendeten Nährboden nicht beobachtet, auch bestanden die Kolonien bei mikroskopischer Betrachtung nicht aus Stäbchen und kurzen Fadenstücken, wie Molisch beschreibt, sondern sie glichen vollkommen dem natürlichen Material. Diese Unterschiede sind aber wohl nur auf die Verschiedenheit der angewendeten Nährböden zurückzuführen.

Die einmal gewonnenen Reinkulturen sind sehr anspruchslos; auf dem angegebenen Nähragar halten sie sich sehr lange lebensfähig. Beim Umimpfen muß man darauf achten, daß man ins Kondenzwasser impft; auf der trockenen Agarfläche erfolgt meist kein Wachstum. — Später wurde wiederholt beobachtet, daß Reinkulturen auf dem angegebenen Nähragar anwuchsen, ohne zunächst Mangan zu speichern. Die Speicherung begann dann an verschiedenen Stellen und verbreitete sich von da über den ganzen Impfstrich. Es macht den Eindruck, daß zur Ausfällung des Mangans in den Scheiden der katalytische Einfluß bereits ausgefällten Mangans nötig wäre. Vielleicht ist auf diesem Wege auch das häufige Versagen bei der Herstellung von Reinkulturen aus natürlichem Material zu erklären. Weitere Untersuchungen werden hierüber Aufschluß geben.

Kulturversuche auf verschiedenen Nährböden.

Um den Einfluß verschiedener Nährstoffe auf das Wachstum von Leptothrix ochracea näher zu untersuchen, wurden die gewonnen Reinkulturen auf eine Anzahl von im bakteriologischen Betriebe üblichen Nährböden geimpft, und zwar auf

Fleischextrakt-Pepton-Agar
Ragit-Agar
Traubenzucker-Agar
Ascites-Agar
Reines erstarrtes Pferdeserum
Kartoffel
Endo-Agar
Fleischextrakt-Pepton-Gelatine
Glyzerin-Agar
Bierwürze-Agar
Glyzerin-Bouillon-Pferdeserum
Reines erstarrtes Menschenserum
Gelbrübe
Drigalsky-Agar

Da Leptothrix ochracea auf sauren Nährböden nicht wächst, wurde darauf geachtet, daß alle Nährböden schwach alkalisch waren. Von flüssigen Nährböden wurden untersucht:

Fleischextrakt-Pepton-Bouillon
Glyzerin-Bouillon
Milch
Ragit-Bouillon
Rindergalle
Lackmusmolke

Auf keinem der angegebenen flüssigen oder festen Nährböden trat auch nach längerer Zeit ein merkliches Wachstum ein. Dieses gänzlich negative Ergebnis ist durchaus wichtig für die Beurteilung der natürlichen Ernährungsweise von Leptothrix ochracea. Es geht daraus zweifellos hervor. daß wir es mit keinem gewöhnlichen Saprophyten zu tun haben, sondern daß dieser Organismus ganz besondere Ernährungsansprüche hat.

Der Einfluß des Eisens- bzw. Mangan-Ions auf das Wachstum.

Bei Versuchen über den Einfluß des Eisen-Ions auf die Ernährung von Leptothrix ochracea ist zunächst zu berücksichtigen, daß Eisensalze in der Konzentration, die den natürlichen Verhältnissen einigermaßen entspricht, äußerst unbeständig sind. Sowohl Eisenoxyd- als auch besonders Eisenoxydulsalze können daher nur schwer zu Untersuchungen in kleinem Maßstabe verwendet werden. Am besten gelingen die Versuche, wenn man den Kulturen etwas metallisches Eisen zusetzt, das sich in der Nährflüssigkeit in genügender Menge löst. Besonders geeignet zu diesem Zwecke sind sehr feine Drehspäne von weichem Eisen, die in neuerer Zeit im Handel erhältlich sind.

Die meisten Manganoxydulsalze sind dagegen in jeder Konzentration haltbar, so daß sie zu Versuchen vorzüglich geeignet sind. Es empfiehlt sich besonders die Anwendung von Mangankarbonat, das in Wasser sehr wenig löslich ist und im Überschuß zugesetzt werden kann, so daß das beim Wachstum der Bakterien in den Scheiden ausgefällte Mangan in der Nährflüssigkeit von dem Überschuß wieder ergänzt werden kann.

Versuche mit Peptonlösungen ergaben nun ein sehr bemerkenswertes Resultat. In reiner Peptonlösung wächst Leptothrix ochracea bis zu einer Verdünnung von ungefähr 0,1 Proz. nur sehr wenig in Form langer Fäden mit sehr dünner Scheide (Fig. 3). Bei 0,5 bis 2 Proz. ist das Wachstum wesentlich besser; auch hier werden lange Fäden mit sehr dünner Scheide gebildet. In höheren Peptonkonzentrationen werden fast ausschließlich längere oder kürzere, schwärmende Stäbchen gebildet (vergl. Fig. 2). Fadenbildung tritt nur in sehr alten Kulturen auf. Gibt man zu den Peptonlösungen Mangankarbonat im Überschuß, so tritt bei niederen Kontenzrationen bis ungefähr 0,1 Proz. überhaupt kein Wachstum ein, in mittleren Konzentrationen speichern die Scheiden Mangan und die Bakterien wachsen etwas besser als ohne Manganzusatz; im Vergleich zu dem Wachstum in anderen Nährlösungen ist der Unterschied aber in Peptonlösung ziemlich gering. In höheren Peptonkonzentrationen hat der Manganzusatz keinen merklichen Einfluß.

Verwenden wir zu den Versuchen nicht Mangankarbonat im Überschuß, sondern nur eine verdünnte Lösung dieses Salzes, so tritt auch in niederen Peptonkonzentrationen noch ein gutes Wachstum mit Ausfällung des Mangans in den Scheiden ein.

Die Versuche mit Peptonlösungen ergeben zunächst die wichtige Tatsache, daß die Konzentration der organischen Nährstoffquelle mit der Menge des zugesetzten Mangans in ganz bestimmtem Verhältnis stehen muß, wenn ein Wachstum erfolgen soll. Eine gesättigte Mangankarbonatlösung kann unter Umständen eine so hohe Giftwirkung auf Leptothrix ochracea ausüben, daß das Wachstum gänzlich aufgehoben wird. Weiter ist wesentlich, daß selbst in Peptonlösungen Kulturen mit Manganspeicherung eine bessere Entwicklung zeigten, als solche ohne Manganspeicherung. Wesentlich ist ferner, daß in Peptonlösung eine Ablagerung der Mangans in den Scheiden immer erst beobachtet wurde, wenn die Nährlösung durch das Wachstum der scheidenlosen Fäden anscheinend verbraucht war, d. h. dann, wenn in den Parallelkulturen ohne Manganzusatz ein merkliches Wachstum nicht mehr beobachtet wurde.

Der Einfluß der Eisen- bzw. Manganspeicherung auf die Ernährung von Leptothrix ochracea tritt viel deutlicher hervor, wenn wir statt des Peptons wesentlich geringwertigere Nährstoffe anwenden. Als solche kommen z. B. in Betracht Abkochungen von Torf, Heu und alten, vertrockneten Blättern. Man kocht 5 g lufttrockenes Heu, Torf oder Blätter in 1 Liter destilliertem Wasser ungefähr 5 Minuten lang und läßt das Gefäß über Nacht stehen. Die Lösung wird dann abfiltriert und mit Kalilauge schwach alkalisch gemacht. Die für die Ausführung der Versuche geeignete Konzentration dieser Nährstoffe muß in jedem Falle ausprobiert werden, da der Gehalt der Abkochung an organischer Substanz natürlich, je nach der Herkunft und Beschaffenheit des Ausgangsmaterials, sehr verschieden ist. Gewöhnlich ist es am vorteilhaftesten, die angegebene Abkochung in einer Verdünnung von 1 : 10 anzuwenden.

In solchen Kulturen, die verhältnismäßig sehr geringe Mengen von organischer Substanz enthalten, zeigt nun eine Reinkultur von Leptothrix ochracea ein sehr geringes Wachstum; das Wachstum wird aber sehr wesentlich gesteigert, wenn der Nährlösung Mangankarbonat im Überschuß zugesetzt wird. Namentlich mit Blätterdekokt wurden überraschende Resultate erzielt. Man kann die Verdünnung der Nährlösung so einstellen, daß ohne Manganzusatz ein Wachstum makroskopisch überhaupt nicht wahrzunehmen ist, während mit Mangan eine sehr lebhafte Entwicklung eintritt. Dieselbe Wachstumsförderung, allerdings in wesentlich schwächerem Maße, kann man durch Zusatz von metallischem Eisen erzielen, doch wirkt hierbei manchmal eine auf rein chemischem Wege entstehende, starke Rostbildung störend.

Daß diese Wachstumsförderung nicht etwa nur auf einer Reizwirkung beruht, sondern tatsächlich abhängig ist von der Ausfällung des Mangans in den Bakterienscheiden, zeigt die Tatsache, daß bei Zusatz von sehr geringen Mengen von Mangankarbonat das Wachstum aufhört, wenn alles Mangan aus der Lösung ausgefällt ist; das Wachstum setzt wieder ein, wenn der Lösung neues Mangan zugefügt wird. Daß die im vorstehenden beschriebenen Kulturversuche mit Nährlösungen von qualitativ und quantitativ geringwertigem Gehalt an organischer Substanz den natürlichen Wachstumsverhältnissen der Eisenbakterien wesentlich näher kommen, als die Versuche Molischs mit Peptonkulturen, bedarf keiner Erläuterung. Eine restlos befriedigende Erklärung über das Auftreten von Massenvegetationen von Eisenbakterien in der Natur können sie jedoch nicht geben.

Kulturversuche in anorganischen Nährlösungen ohne Zusatz von organischer Substanz.

Daß Leptothrix ochracea in der Natur organische Substanz verarbeiten kann, unterliegt wohl keinem Zweifel; die vorstehend beschriebenen Versuche mit geringen Mengen von Torf-, Heu- und Blätterdekokt entsprechen aber noch bei weitem nicht den Verhältnissen, unter welchen eine Massenvegetation von Eisenbakterien in der Natur gefunden wird. Hier enthält das Wasser meist viel geringere Mengen von organischer Substanz; häufig ist solche mit den üblichen chemischen Methoden überhaupt nicht nachweisbar, so z. B. in vielen Eisenquellen, die fast immer eine Massenvegetation von Leptothrix ochracea aufweisen.

Es wurde nun versucht, mit Reinkulturen in rein anorganischen Nährlösungen ein Wachstum zu erzielen. Aus den anfangs mißlungenen Versuchen ging zunächst mit Sicherheit hervor, daß die gebotenen Nährsalze in ganz bestimmten Mengenverhältnissen stehen müssen. Außerdem konnte nur mit Mangansalzen gearbeitet werden, da sich der Anwendung von Eisensalzen bisher unüberwindliche Schwierigkeiten entgegenstellten.

Ein gutes Wachstum von Reinkulturen von Leptothrix ochracea wurde schließlich beobachtet in einer Nährlösung, bestehend aus:

Manganbikarbonat gesättigte Lösung	1 : 10
Natrium-Bikarbonat .	0,001%
Ammonsulfat	0,001%
Kaliumphosphat. . .	Spur
Magnesiumsulfat. . .	,,

Das Manganbikarbonat wurde hergestellt durch Einleiten von reiner Kohlensäure in eine Aufschwemmung von Mangankarbonat. In der durch Abfiltrieren gewonnenen, konzentrierten Lösung von Manganbikarbonat wurde in keinem Falle ein Wachstum beobachtet; dasselbe begann erst in einer Verdünnung von 1 : 5; am besten war in allen Fällen das Wachstum bei einer Verdünnung von 1:10. Die übrigen Nährsalze werden der verdünnten Manganbikarbonatlösung vor dem Sterilisieren zugefügt; sterilisiert wurde die Nährlösung 25 Minuten lang in strömendem Dampf. Die zugesetzten Bikarbonate erleiden durch das Sterilisieren eine teilweise Zersetzung: die Lösung bleibt aber dabei vollständig klar.

Die Kulturen wurden gewöhnlich in Erlenmeyerkolben von 200 ccm Inhalt angesetzt; die Nährlösung wurde meist mit einer geringen Menge von einer Agarkultur beimpft. Das Wachstum war schon nach 3 Tagen bei Zimmertemperatur mit bloßem Auge sichtbar. In den Kulturen bildeten sich auf dem Boden und an den Wänden des Glases zahlreiche, langfädige, infolge starker Manganeinlagerung dunkelbraun gefärbte Flocken von Leptothrix-Fäden, die mikroskopisch dem in der Natur aufgefundenem Material vollständig glichen (siehe Fig. 5).

Die Kulturen entwickelten sich aber auf die angegebene Weise nur wenige Male; bei vielfachen Wiederholungen trat kein Wachstum ein. Es ist bisher nicht gelungen, die Ursache der Mißerfolge festzustellen. Daß sehr geringe Mengen organischer Substanz in den positiven Fällen die Ursache des Wachstums gewesen sind, ist sehr unwahrscheinlich, da zahlreiche Versuche mit Zusatz von geringen Mengen organischer Substanz, wie sie etwa aus dem Wasser oder aus der Luft als Verunreinigung in Betracht kommen könnte, kein Wachstum ergaben. Die Mißerfolge scheinen hier dieselbe Ursache zu haben wie das sehr häufige Mißlingen bei Versuchen zur Herstellung von Reinkulturen. Ich halte es zunächst für zwecklos, hierüber Diskussionen anzustellen. Nur mit allergrößter Sorgfalt systematisch durchgeführte Versuchsserien, deren Ausführung mir bisher unmöglich war, können in diesem Punkte Aufschluß geben.

Jedenfalls wurde wiederholt in anorganischer, aus chemisch reinen Salzen (Merck) unter Beachtung aller Vorsichtsmaßregeln hergestellter Nährlösung ein gutes Wachstum von Leptothrix ochracea beobachtet.

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

Kontrollkulturen ohne Mangan ergaben bei diesen Versuchen niemals auch nur eine Spur von Wachstum.

Der Einfluß der Kohlensäure auf die Eisen- bzw. Mangan-Speicherung.

Die Frage, ob bei der durch die Eisen- bzw. Manganspeicherung verursachten Wachstumsförderung freie oder gebundene Kohlensäure eine Rolle spielt, ist experimentell durchaus nicht so leicht zu entscheiden, als es auf den ersten Blick erscheinen mag.

Zunächst wurde untersucht, welchen Einfluß die Kohlensäure auf das Wachstum von Leptothrix ochracea in Peptonlösungen ausübt. Die Kulturkolben wurden zu diesem Zwecke in große Glasgefäße gebracht, in denen einerseits die Kohlensäure durch Kalilauge absorbiert war, andererseits durch Einleiten von reiner Kohlensäure sich eine etwa 1 proz. kohlensäurehaltige Luft befand. Die manganfreien Kulturen ließen in kohlensäurefreier und kohlensäurehaltiger Luft einen wesentlichen Unterschied im Wachstum nicht erkennen; nur schien die Fadenbildung aus den Schwärmern in Kulturen ohne Kohlensäure stark gehemmt zu werden. Die Kulturen mit Mangankarbonat im Überschuß ergaben dagegen einen sehr wesentlichen Unterschied. In den manganhaltigen Kulturen in kohlensäurehaltiger Luft bildete sich nach kurzer Zeit eine sehr üppige Leptothrixvegetation mit starker Manganspeicherung; ohne Kohlensäure wurde eine Manganspeicherung nicht beobachtet, auch war das Wachstum wesentlich geringer, und die Fadenbildung war stark gehemmt.

Noch viel auffälliger war der Einfluß der Kohlensäure in Kulturen mit Blätterdekokt, die so austitriert waren, daß ohne Mangan fast kein Wachstum eintrat. Die Kulturen mit Mangankarbonat im Überschuß entwickelten sich in kohlensäurehaltiger Luft sehr gut; in kohlensäurefreier wurde fast kein Wachstum beobachtet, sondern nur eine Manganinkrustierung des eingebrachten Impfmaterials.

Vorstehend beschriebene Versuche machen es zwar wahrscheinlich, daß bei der wachstumsfördernden Wirkung des Mangans die Kohlensäure eine wesentliche Rolle spielt; sie sind aber noch kein Beweis für eine stattfindende Assimilation derselben, da wir berücksichtigen müssen, daß in kohlensäurefreier Nährlösung auch die Löslichkeit des Mangankarbonates wesentlich herabgesetzt wird. Versuche mit anderen Mangansalzen ergaben wesentliche technische Schwierigkeiten, auf die hier nicht näher eingegangen werden kann.

Schlußbemerkungen.

Leptothrix ochracea ist wegen der verhältnismäßig leichten Kultivierbarkeit zum Studium der Ernährungsphysiologie der Eisenbakterien, die wegen ihres massenhaften Auftretens in Wasserleitungen und anderen technischen Anlagen von größter praktischer Bedeutung werden können, vorzüglich geeignet. Die auffällige Erscheinung dieses Organismus, in seiner Scheide beträchtliche Mengen von Eisen bzw. Mangan aufzuspeichern, erregte schon seit langem das Interesse der Forscher. Der Gedanke, daß die Eisenspeicherung für den Organismus von ernährungsphysiologischer Bedeutung ist, wurde zuerst von Winogradsky ausgesprochen und experimentell zu beweisen versucht. Ein entschiedener Gegner dieser Ansicht Winogradskys ist Molisch, der zu beweisen versuchte, daß die Eisenspeicherung bei Leptothrix ochracea von gar keiner oder nur ganz nebensächlicher Bedeutung für die Ernährung sei. Die Beweisführung Winogradskys, der nicht mit Reinkulturen arbeitete, kann den heute zu stellenden Anforderungen nicht mehr genügen. Die Ausführungen Molischs wurden in vorstehender Arbeit näher besprochen. Sie können nicht als Beweis der ernährungsphysiologischen Bedeutungslosigkeit der Eisen- bzw. Manganspeicherung angesehen werden.

Die in vorstehender Arbeit beschriebenen Versuche genügen nicht für eine endgültige Entscheidung der Ernährungsfrage von Leptothrix ochracea; sie lassen aber mit Sicherheit erkennen, daß die Eisen- bzw. Manganspeicherung unter natürlichen Verhältnissen für die Eisenbakterien durchaus kein nebensächlicher Faktor ist, wie Molisch annimmt.

Ob die Wachstumsförderung bei der Eisen- und Manganspeicherung tatsächlich auf Rechnung der bei der Oxydation von Oxydulverbindungen zu Oxydverbindungen freiwerdenden Energie zu setzen ist, wie Winogradsky annahm, läßt sich vorläufig noch nicht mit Bestimmtheit sagen; zur Entscheidung der Frage sind weitere Versuche nötig. Theoretisch interessant sind die Versuche in Kulturen mit einem qualitativ und quantitativ sehr geringem Gehalt an organischer Substanz. Wir können leicht von einer Abkochung von alten Blättern eine Verdünnung herstellen, in der eine Reinkultur von Leptothrix ochracea ein merkliches Wachstum nicht zeigt, wenn kein Mangan oder Eisen zugegen ist; ist dagegen Gelegenheit zur Speicherung dieser Metalle gegeben, so tritt eine lebhafte Entwicklung ein. Wir können hierbei wohl annehmen, daß die Metallspeicherung die Energiequelle darstellt, die eine Assimilation des sonst nicht verwertbaren organischen Kohlenstoffes des Blätterdekoktes ermöglicht. Es läge dann eine mixotrophe Ernährungsweise vor, d. h. organischer Kohlenstoff würde mit Hilfe einer chemischen (anorganischen) Energiequelle assimiliert. (Der Ausdruck „mixotroph“ wird jetzt allerdings allgemein angewendet für Organismen, die sowohl autotroph als heterotroph leben können, z. B. für grüne Algen und Wasserstoffbakterien. Da in diesen Fällen aber keine eigentliche „Mischung“ der beiden Ernährungsformen vorliegt, sondern nur ein Nebeneinanderbestehen, so wäre der Ausdruck mixotroph hierbei besser zu vermeiden und durch einen anderen zu ersetzen.)

Daß organischer Kohlenstoff wirklich durch eine anorganische Energiequelle assimiliert wird, ist durch die beschriebenen Versuche natürlich noch nicht bewiesen; es könnte ja auch umgekehrt der organische Kohlenstoff des Blätterdekoktes die Energiequelle zur Assimilation anorganischer Kohlensäure darstellen, was durchaus nicht ganz unwahrscheinlich ist, da die Kohlensäure bei den Versuchen eine wesentliche Rolle zu spielen scheint.

Daß Leptothrix ochracea in rein anorganischen Nährlösungen fähig ist, Kohlensäure zu assimilieren, ist sowohl durch die angegebenen Versuche mit Reinkulturen, als auch durch Beobachtungen über das Vorkommen in der Natur wahrscheinlich; für eine genaue Entscheidung dieser wichtigen Frage sind jedoch weitere Versuche notwendig. Jedenfalls ist bisher kein Grund vorhanden, der die Möglichkeit einer Kohlensäureassimilation durch Leptothrix ochracea ausschlösse; dagegen sprechen viele Beobachtungen dafür.

Das Studium der Ernährungsphysiologie von Leptothrix ochracea bietet noch ein weites Feld für interessante und praktisch wichtige Untersuchungen. Da mir eine genauere Bearbeitung der Frage durch die ungünstigen Zeitverhältnisse bisher nicht möglich war und auch in nächster Zeit

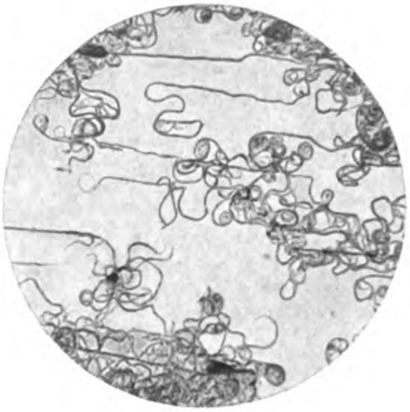


Fig. 1.

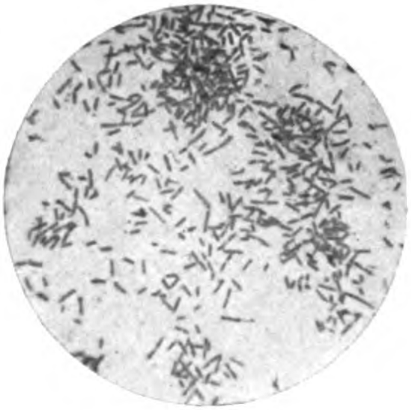


Fig. 2.

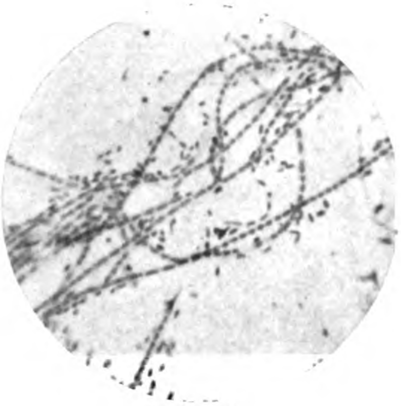


Fig. 3.

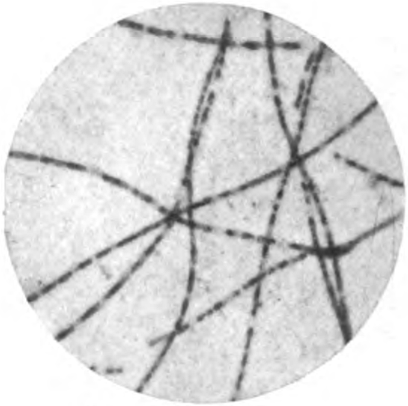


Fig. 4.

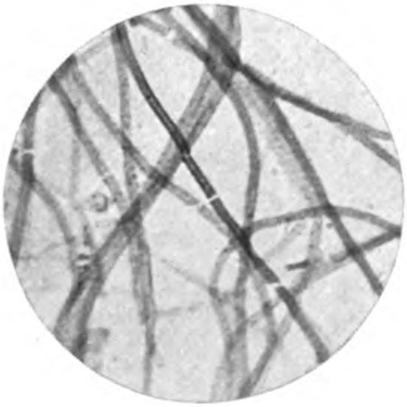


Fig. 5.

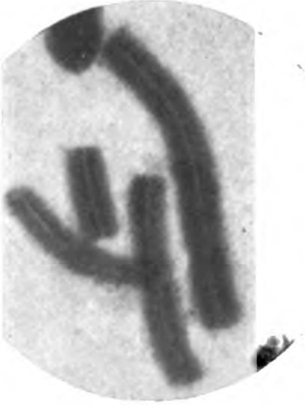


Fig. 6.

Verlag von **Gustav Fischer** in **Jena.**

nicht vollendet werden kann, entschloß ich mich zur Veröffentlichung der bisher erzielten Versuchsergebnisse, die wenigstens die eine wichtige Tatsache mit Sicherheit erkennen lassen, nämlich, daß die Eisen- und Manganspeicherung von Leptothrix ochracea unter natürlichen Wachstumsverhältnissen nicht eine nebensächliche Erscheinung ist, sondern daß dieser Vorgang von ausschlaggebender ernährungsphysiologischer Bedeutung ist.

Literatur.

1. Molisch, Die Eisenbakterien. Jena 1910.
2. —. Die Pflanze in ihren Beziehungen zum Eisen. Jena 1892.
3. Winogradsky, Botan. Zeitg. Bd. 46. 1888. S. 261.
4. Lieske, Jahrb. f. wissenschaftl. Botan. Bd. 49. 1911. S. 91.
5. Zikes, Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 43. 1915. S. 529.

Tafelerklärung.

Fig. 1. Rand einer Kolonie auf Manganazetat-Agar. Die langen, manganinkrustierten Fäden rollen sich an den Enden spiralig auf. Lebend photographiert.

Fig. 2. Schwärmer aus 1proz. Peptonlösung. Bemerkenswert ist die verschiedene Länge der Schwärmer. Karbolfuchsin-Präparat.

Fig. 3. Fäden mit sehr dünner Scheide und einzelne Stäbchen aus 0,1proz. Peptonkultur. Karbolfuchsin-Präparat.

Fig. 4. Fäden mit dünner Scheide aus Blätterdekokt ohne Manganzusatz.

Fig. 5. Fäden mit Manganinkrustation aus Kultur in rein anorganischer Nährlösung. Lebend photographiert. Die einzelnen Fäden liegen nicht in einer Ebene, da dieselben bei dem leisesten Druck des Deckglases sofort in kleine Stücke zerfallen. An einzelnen Fäden sind Bruchstellen deutlich zu sehen. Die Dicke und Gestalt der Fäden entspricht dem meist in der Natur vorhandenen Material.

Fig. 6. Fadenbruchstücke mit starker Manganinkrustation aus Heudekokt mit Mangankarbonat im Überschuß.

Fig. 1 ist aufgenommen mit Objektiv Seibert 5 F und Okular 3, die übrigen Abbildungen mit Ölimmersion Seibert 1/12 und Okular 3. Auszugslänge des Apparates in allen Fällen 18 cm. (Vergr. ungef. 600 und 850.)

Nachdruck verboten.

Caragheen als Nährboden für Bakterien und Pilze an Stelle von Agar.

[Aus der Pflanzenschutzstelle an der Landwirtschaftlichen Akademie
Bonn-Poppelsdorf.]

Von Dr. phil. **R. Lehmann.**

Die große Schwierigkeit, mit der die Beschaffung von Agar für bakteriologische Zwecke augenblicklich verknüpft ist, gab Veranlassung, nach anderen Stoffen Umschau zu halten, bei deren Verwendung es gelingt, eine Gallerte zu gewinnen, die als Nährboden für Bakterien und Pilze dienen kann. Als sehr geeignet hierfür erschien ein heißer, wäßriger Auszug von Caragheen, der nach dem Erkalten eine feste Gallerte bildete. Caragheen ist nach Euler reich an Galaktanen, welche bis zu 28 Proz. im Rohmaterial enthalten sind. Nach Herberger, Große und C. Schmidt (Rochleder, Phytochemie. S. 242) enthält Chondrus crispus außerdem zuweilen Brom, Jod in Form von Salzen, Eisen, Kieselsäure, Chlornatrium, Chlormagnesium, schwefelsaure und phosphorsaure Kalk- und Kalisalze, die aber auf das Wachstum von Mikroorganismen, soweit meine Versuche reichen, keinen hemmenden Einfluß ausüben. Will man die Salze beseitigen, so geschieht dies auf einfachem Wege durch Diffusion.

Eine klare Gallerte wurde auf folgende Weise erzielt: 5 g Caragheen wurden in 100 g destilliertem Wasser in einem Erlenmeyerkolben ca. ½—1 Std. lang unter Umrühren bis zum Sieden erhitzt. Die durch das Erhitzen verdampfte Wassermenge wurde nach dem Erkalten des Kolbens durch Abwägen festgestellt und durch neue Mengen Wasser ersetzt. Darauf wurde das Gemisch abermals zum Sieden erhitzt und im Dampftopf durch ein gewöhnliches Filter oder Watte filtriert. Da der Auszug sehr dickflüssig war, so nahm das Filtrieren ziemlich lange Zeit in Anspruch. Auch war es nicht möglich, eine hohe Ausbeute an Gallerte zu erhalten, da im Filterrückstand viel Flüssigkeit haften blieb. Das heiße Filtrat gab nach kurzer Zeit beim Erkalten eine feste, gelblichweiße, durchsichtige Gallerte.

Um eine bessere Ausbeute zu erzielen und ein allzulanges Filtrieren zu vermeiden, ist es empfehlenswert, sich einen etwa 1—2 proz. Auszug auf obenbeschriebene Weise herzustellen und ihn dann einzudampfen, bis eine entnommene Probe die gewünschte feste Gallerte liefert.

Bei Mangel an Zeit erfüllt aber auch bereits ein 5proz., unfiltrierter Caragheenauszug als Nährboden gut seinen Zweck.

Bereits ohne Zusatz von Nährlösung vermochte die ungereinigte Caragheen-Gallerte schon bei Zimmertemperatur die durch Luftinfektion im Laboratorium angeflogenen Bakterien und Pilzkeime zu regem Wachstum zu bringen. Parasitische und saprophytische Pilze, Mukorazeen, Fusarium- und Gloeosporiumarten zeigten lebhafte Entwicklung. Eine Verflüssigung der Caragheen-Gallerte trat dabei nicht ein.

Diese Caragheen-Gallerte ist ein sehr guter Ersatz für Gelatine und Agar und dabei zu bedeutend billigerem Preise zu erhalten als letzterer.

Es soll weiterhin versucht werden, auch einheimisches Rohmaterial für die Herstellung von geeigneten Ersatznährböden nutzbar zu machen. Vielleicht läßt sich auch aus Flechten eine zur Kultur verwendbare Gallerte gewinnen.

Referate.

Wilhelm, Julius, Übersicht über die biologische Beurteilung des Wassers. (Sitz.-Ber. d. Gesellsch. naturf. Freunde Berlin. 1916. S. 297—306.)

Die biologische Analyse des Wassers ist die Beurteilung der Beschaffenheit des Wassers auf Grund der Bestimmung der im Wasser vorhandenen mikro- und makroskopischen Fauna und Flora, die in einem unmittelbaren Abhängigkeitsverhältnisse zur chemischen und physikalischen Beschaffenheit des Wassers stehen. Sie ist ein Teil der Wasserhygiene. Der Stoffhaushalt der normalen Oberflächengewässer wird bedingt durch die natürliche Selbstverunreinigung derselben und die vorwiegend auf biologischem Wege erfolgende Selbstreinigung. Er beruht im wesentlichen auf einer Gleichgewichtsregulierung der progressiven und regressiven Metamorphose der organischen Substanzen des Wassers. Bei künstlicher Verunreinigung von fließenden Gewässern durch organische Abwässer tritt eine stufenweise Anordnung der Organismen des Wassers auf, die in bezug auf die chemische Be-

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

schaffenheit besonders zum Sauerstoffgehalt des Wassers in enger Beziehung steht. Die Wirkung anorganischer Abwässer ist spezifisch, kann aber auch das gleiche Bild der Verunreinigung wie eine durch organische Abwässer hervorgerufene Verunreinigung als sekundäre Erscheinung zeigen. Das System Kolkwitz-Marsson darf nicht schematisch angewandt werden. Zur genannten Wasserprüfung ist es nötig, die belebten und unbelebten Schwebestoffe des Wassers (Plankton und Tripton) quantitativ und qualitativ zu ermitteln, ferner die makro- und mikroskopische Ufer- und Grundbeschaffenheit festzustellen, endlich die Bestimmung der Sichttiefe, der Wassertemperatur, der Wasserbewegung und des Sauerstoffgehaltes bzw. der Sauerstoffzehrung. Verf. unterscheidet je drei im wesentlichen korrespondierende Gruppen:

I. Euplankton (Kolkwitz) und Eutripton (zusammengesetzt aus Resten des abgestorbenen Hydrobios, Fäkalien der Hydrofauna und der vom Ufer oder Grund abgerissenen anorganischen Bestandteilen). Hinsichtlich der Größenverhältnisse besteht zwischen dem Euplankton und Eutripton völlige Analogie. Auch das klarste Wasser ist ebenso wenig frei von Nannoplankton (Bakterien) wie von Nannotripton.

II. Pseudoplankton und Pseudotripton. Unter ersterem versteht man alle Organismen, die wohl im Wasser treibend angetroffen werden, aber in diesem Zustande nicht ihre eigentlichen Existenzbedingungen finden, z. B. Organismen, die vom Ufer oder Grund losgerissen, kürzere oder längere Zeit im Wasser treibend leben, ferner Organismen, die auf Euplanktonten festsitzend leben und auch jene, die aus Abwässer stammen oder durch sie zu besonderer Entwicklung gelangen (Saproplankton). Dem Pseudotripton gehören alle unbelebten Schwebestoffe, die vom Lande, der Luft und durch Abwässer in die Gewässer gelangen; es gibt wesentliche Aufschlüsse über Art, Stärke und Wirkungsbereich der Verunreinigung. Spezifisch für Wasserverunreinigung durch städtische Abwässer ist das Auftreten der aus Fäkalien stammenden Muskelfasern, Stärkekörner, Kartoffelzellen, Waschblau, Papierfasern, Zellstoff der Papierfabriken usw.

III. Hemiplankton und Peritripton. Ersteres enthält jene Organismen, die nur zeitweilig (Meroplankton) oder während eines Abschnittes ihrer Entwicklung (larvales Plankton) wie echte Planktonten leben. Ihm entspricht das Peritripton, dem alle bis zur Unbestimmbarkeit zerfallenen festen Stoffe, sowie kolloidale bzw. pseudogelösten Stoffe und die „unbelebten Schwebestoffe in statu nascendi“, z. B. das Ferrobikarbonat. Die Sedimentation der Schwebestoffe wird gefährdet durch die im Meereswasser oder im Kaliwasser vorhandenen gelösten Salze.

Die Einleitung von Abwässern in das Meer gestaltet sich bezüglich der Selbstreinigung im allgemeinen ungünstiger als die Zuführung von Abwässern in das Süßwasser. Ungereinigte Abwässer lassen sich dem Meere nur unter besonderen Umständen ohne Nachteil zuleiten, z. B. an weithin unbewohnten Küsten, an Stellen mit steilabfallendem, strandlosem Ufer (O.-Küste Helgolands), an vorspringenden Küstenpunkten (Cumae bei Neapel), an weit ins Meer hinausgebaute Abwässerauslässe (aber kostspielig, da Zement durch Seewasser, dieses und Holzwerk durch Teredo, Lithodomus und Pholas geschädigt wird). Eine Zwischenschaltung eines Süßwasservorfluters empfiehlt sich (Schmachter-See bei Binz, Swine bei Swinemünde). Die beschleunigte Sedimentation von unbelebten Schwebestoffen im Meerwasser führt in gezeitenlosen Meeren leicht zu Verschlammungen des Grundes in der Nähe der Einmündungsstelle der Abwässer (Stralsund, Kristiania), die eingeführten Planktonten sterben bald ab und sinken unter. Verunreinigungen von Häfen und Buchten gezeitenloser Meere können eine Massenentwicklung der Ulva lactuca durch N-Anreicherung hervorrufen (Belfast Longh, Helsingfors); der Meeressalat fault und verunreinigt das Wasser. Nur wenn man das Abwasser entsprechend reinigt, wird man der Ulvenkalamität Herr. Feinere Abwasserbestandteile, vor allem

Fasern, gelangen sogar mehrere km weit hinaus: sie können Typhus- und Cholerabazillen verbreiten, die wochenlang im Meerwasser lebensfähig bleiben. Dieser Umstand verbietet die Zucht von Muscheln; ja es leiden auch die Zuchten von Krebsen und Fischen. Da nur ein gleichmäßig salzhaltiges Brackwasser starken Organismenreichtum entwickelt, eignet sich ein solches als Vorfluter für Abwässer (Selliner See auf Rügen). Ein einheitliches Saprobiensystem läßt sich für das Meereswasser nicht aufstellen: Indikatoren für verunreinigtes Meerwasser (Triest, Kiel, Stralsund) sind Chlamydothrix longissima (Fadenpilz), besonders, dann Beggiatoa und Thiothrix. Unter den fäulnisliebenden tierischen Bewohnern des stärker salzhaltigen Meerwassers (Mittelmeer) sind zumeist die Polychaeten Spio fuliginosus und Capitella capitata zu nennen. Sie haben die gleiche Bedeutung wie gewisse Tubifex-Arten für die Süßwasserbeurteilung. Ausführlich wird dargetan, welche Lebewesen im mäßig verunreinigten Mittelmeer-Wasser, bzw. Ostseewasser auftreten. Biologische Vorgänge spielen eine untergeordnete Rolle bei den sog. mechanischen und chemischen Verfahren der Abwasserreinigung durch Absitzbecken, Siebe, Rechen oder Zusatz von chemischen Klärmitteln (Kohlebrei, Aluminiumsulfate), eine erhöhte Rolle aber bei der Abwasserreinigung durch „intermittierende Bodenfiltration“ und durch Rieselfelder. In letzterem Falle verursachen derart gereinigte Abwässer in fließenden Vorflutern Uferbesatz von Sphaerotilus, der bei Loslösung anderenorts wieder zu sekundären Verunreinigungen Veranlassung gibt. Daher ist die unmittelbare Einleitung gerieselten Abwassers in künstlich angelegte Fischteiche zu empfehlen. Bei der Reinigung durch sog. Füll- und Tropfkörper spielt der biologische Vorgang die größte Rolle; man findet in ihnen einen großen Teil der poly- und mesosaproben Flora und Fauna (Bakterien, Ciliaten, Flagellaten, Larven von Psychoda, Tubifex in Menge), was recht erwünscht ist. Die Fliegen- und Mückenplage steht mit der Abwässerbeseitigung nur wenig in Beziehung; die Larven von Chironomiden und Eristalis kann man als Indikatoren der Verunreinigung ansprechen; die Fäkalfliege Scatophaga stercoraria, die Psychodiden und Musca domestica vermehren sich zwar sehr, aber dem Menschen werden sie nicht lästig. Die verschiedenen Stechmücken erfahren keine Förderung durch Gewässerverunreinigung. Die biologische Beurteilung des Trinkwassers erfolgt nach den gleichen Grundsätzen wie die der Oberflächengewässer.

Matouschek (Wien).

Witte, Die Trinkwasseruntersuchung im Felde. Eine Anleitung für Oberapotheker und einjährig-freiwillige Militärapotheker. Berlin (Jul. Springer) 1917. ℳ 2,—.

Verf. stellt zum Feldgebrauche die gesamten Bestimmungen der Kriegssanitätsordnung über Trinkwasserversorgung zusammen und bespricht die einzelnen chemischen Untersuchungen, die mit dem im Felde zur Verfügung stehenden Gerät ausführbar sind. Die Ausführungen sind klar und übersichtlich, desgleichen die Besprechung der Bewertung und Beurteilung des Wassers auf Grund der gewonnenen Ergebnisse. Mit Recht wird dabei großer Wert auf die Ortsbesichtigung gelegt. Dagegen wird die bakteriologische Massenuntersuchung nur mit den Worten der Kriegssanitätsordnung erwähnt, ihr Zweck und Wert nicht besprochen. Der Forderung des Verf., daß die Beurteilung des Wassers nicht dem Arzte, sondern dem als Nahrungsmittelchemiker geprüften Militärapotheker übertragen werden sollte, könnte jedenfalls nur unter der Bedingung zugestimmt werden, daß diesem auch die Ergänzung der chemischen Analyse durch bakteriologische Untersuchung geläufig und die Verwertung der beiden sich oft kontrollierenden Methoden möglich ist. von Gierke.

Kißkalt, K., Untersuchungen über Trinkwasserfiltration. (Zeitschr. f. Hyg. Bd. 83. 1917. Heft 3).

Den 1. Teil über obiges Thema, „Die Theorie der langsamen Sandfiltration", veröffentlichte Verf. im Bd. 80. 1915. Heft 1, und jetzt bringt er den 2. Teil, „Störungen bei der Sandfiltration und ihre Erklärung durch die biologische Theorie." Hier sollten durch rein theoretische Untersuchungen neue Stützen für die biologische Theorie gebracht und dann versucht werden, ob einige Beobachtungen in der Praxis die noch ungedeuteten Erscheinungen erklären können. So werden die Befunde der mikroskopischen Sanduntersuchung eines gut eingearbeiteten Filters angegeben, welche die Lebewesen, so verschiedene Protozoenarten, deren Bakterienfreßtätigkeit bekannt ist, angeführt, ferner in dem überstehenden Wasser befindliche, mehr oder weniger gefärbte, einzellige Lebewesen, die besonders bei Lichtzutritt lebhafte Entwicklung zeigen. Alle diese Flagellaten, aber auch echte Algen, nehmen Bakterien auf. Die Beobachtungen sind wichtig, weil sie erklären, weshalb offene Filter besser arbeiten als geschlossene, aus welchem Grunde auch vielfach das Wachstum der Algen begünstigt wird. — Gifte, welche Protozoen schädigen, können aber gut eingearbeitete Sandfilter sofort unwirksam machen; auch hierüber wurden im 2 Teile zerfallende Versuche angestellt. Bei dem einen Teil wurde so viel Gift zugesetzt (Cyankali, Reinsaponin, Chinin), daß nur Protozoen und keine Bakterien geschädigt wurden; bei dem anderen wurde das gut eingearbeitete Filter mit 3proz. Karbollösung stundenlang durchschwemmt, wobei fast alle Lebewesen abstarben. Dann nahmen aber zunächst die Bakterien wieder stark zu, so daß die Keimzahl so hoch wurde wie bei einen erst kurz in Betrieb befindlichen Filter; erst nach 17 Tagen war die Tätigkeit wieder normal. Hier war also das Filter durch die Protozoengifte unbrauchbar geworden, und noch ungünstigere Versuche wurden im Hamburger Wasserwerk durch Desinfektion mit Chlor gemacht, so daß ein Filter zwei Monate lang unbrauchbar wurde. Bei der Theorie der Wirkung wurde auch an die Adsorption gedacht und durch Versuche mit Tierkohle bewiesen, daß sie durch Cyankali nicht gehemmt wird, wonach sie zur Erklärung der Wirkung am Sandfilter nicht beigezogen werden kann. Bei Verwendung von Chemikalien, wie Chinin, Saponin und Karbol mit längerer Nachwirkung ist solches noch unwahrscheinlicher. Auch das rasche Zugrundegehen der Keime im Sande widerlegt diese Annahme, da die angestellten Versuche zeigen, daß schon nach 24 Stunden nur noch ganz geringe Mengen übrig sind. Demnach ist die Wirkung der Sandfiltration zum kleinsten Teile nicht mechanisch, sondern biologisch; beweist doch die Abnahme der Oxydierbarkeit des Wassers die dort stattfindenden Lebensvorgänge. Bei sehr festgestampften Filtern aber wurde gefunden, daß bei der dichten Sandlagerung von vielen Tausenden von Keimen kaum einer durchgeht und daß hier die mechanische Wirkung viel besser ist. Ob aber bei diesen festgestampften Filtern die Wirkung eine dauernde ist, konnte noch nicht bewiesen werden, da sie möglicherweise doch noch in die biologische übergeht, die durch Cyankali aufgehoben werden kann. Jedenfalls aber scheint die Bedeutung der Filterhaut und des die Sandkörner auch in den unteren Schichten umhüllenden Schleims für locker gebaute Filter kaum anzuzweifeln seien. — Die zweite Versuchsgruppe ermittelt, inwieweit die biologische Theorie ein Licht auf bekannte, bei der Filtration vorkommende Tatsachen werfen kann und welche Schlußfolgerungen sich daraus für die Praxis ableiten lassen. Zunächst wurde der Temperatureinfluß beobachtet, wobei sich ergab, daß die Keimzahl nicht höher war als bei niedriger, sondern im Gegenteil, wobei die Qualität des Wassers (Leitungswasser), das Licht und die anderen äußeren Bedingungen gleich waren. Bei noch tiefer gehender Temperatur aber sank die Keimzahl. Bei Versuchen mit bestimmten Protozoenarten wurde deren Lebenstätigkeit als Funktion der Temperatur angesehen, wobei man die Lebensäußerungen von derselben abhängig fand. Auch liegen Untersuchungen über den Temperatureinfluß auf rhythmische Größenänderung der pulsierenden Vakuolen der Infusorien vor (S. 544). Man ersieht hieraus, daß sich aus den Eigenschaften der Protozoen und der anderen Lebewesen im Sandfilter der Einfluß der Temperatur auf die Filterwirkung erklären läßt. Im 1. Teile wurde schon der große Einfluß der Temperatur bei der Filtration hervorgehoben; es muß aber betont werden, daß einzelne Autoren nur von einem ungünstigen Einflusse der winterlichen Wärmegrade berichten, entgegen den Ansichten anderer. Sehr wichtig ist aber der Einfluß der Keimmenge auf die Filterwirkung; hier konnte bewiesen werden, daß, wenn sehr zahlreiche Bakterien im Rohwasser sind, sie relativ schlechter zurückgehalten werden als wenige, wie sich solches aus den Versuchen auf S. 545 ergibt.

Durch Kißkalts Untersuchungen ist erwiesen, daß es unangängig ist, einem Filter eine ganz bestimmte Wirkung zuzuschreiben, sondern daß dieses, abgesehen von anderen Faktoren, von der Keimzahl des Rohwassers abhängt; immerhin sind auch hier noch weitere Versuche erforderlich. Sicher ist aber, daß die Wirkung der Sandfilter gegenüber einem keimreichen Wasser besser ist, als man bisher annahm. Dies ist in epidemiologischer Beziehung wichtig, wie sich z. B. aus den Erfahrungen während der Hamburger Choleraepidemie bei der Reinigung in Altona ergab, wo gezeigt wurde, wie weit ein Wasser gereinigt werden muß, um keine Epidemie mehr veranlassen zu können. Die betonte gute Wirkung der Sandfilter gilt nur für solche, die den bisher in Versuchen erzielten Erfahrungen entsprechend arbeiten, und bei der hierfür günstigen Temperatur. — Die Wirkung der Sandfiltration erscheint noch günstiger, wenn hierbei die verschiedenen Bakterienarten berücksichtigt werden, so zeigt sich beim gleichzeitigen Einbringen von Coli- und Wasserbazillen, daß erstere viel gründlicher entfernt werden und die Typhusbazillen sich vielfach wie Coli verhalten, ist diese Erkenntnis epidemiologisch sehr wichtig, wozu noch kommt, daß die meist an den Faeces in Klümpchen sitzenden Typhusbazillen demnach sicherer und in größter Menge, wenn nicht ganz, durch die Filtration entfernt werden. — Über die Höhe der Sandschicht sind noch keine maßgebenden Beweise erbracht, keinesfalls darf die Schicht zu niedrig sein; erneut aber wurde der Wert eines guteingearbeiteten Filters bewiesen. Nach allen Ergebnissen folgert der Verf., daß ein Sandfilter mit allen in ihm befindlichen Lebewesen ein viel zu kompliziertes Gebilde ist, als daß man seine Wirkung auf eine einfache Formel bringen könnte. Nie kann man sagen, daß es einen bestimmten Reinigungseffekt hat oder haben soll, da, abgesehen von der Einarbeitungsdauer, dies abhängig ist von Temperatur, Zeit und Art der Keime; auch können mehrere ungünstige Faktoren unangenehme Wirkungen haben, wenn beispielsweise, wie in Altona, hohe Keimzahlen mit niederen Temperaturen zusammentreffen."

Über obiges, sehr schwer ergründbare und einwandfrei zu lösende Thema sind von Kißkalt noch weitere Untersuchungen in Aussicht gestellt.

Rullmann (München).

Nußberger, Gustav, Beitrag zur Kenntnis der Quellenverhältnisse Graubündens und zur Beurteilung von Trinkwasser. (Jahresber. d. Naturf. Gesellsch. Graubündens, N. F. Bd. 57. Chur 1917. S. 1—37).

Im sanit. demograph. Wochenbulletin der Schweiz sind in den letzten Jahren aus dem Kanton Graubünden im ganzen etwa 500 amtlich angezeigte Typhusfälle verzeichnet. Zumeist war Genuß von unsauberem Wasser die Ursache, ein Zeichen, daß die Trinkwasserfrage nicht in allen Gemeinden befriedigend gelöst wurde. Da ist also Aufklärung nötig. Verf. gibt zuerst als Typus die Analyse des Churer Leitungswassers bekannt, ausgearbeitet nach den Schweizerischen Vorschriften. Dann erläutert er die Analysen der Quellen aus Massengesteinen, aus kristallinen Schiefern, aus Verrucano- und aus Sedimentgesteinen. Die Hauptanforderung an ein Quellwasser, das für den Menschen bestimmt ist, soll daher die sein, daß es auf seinen unterirdischen Lauf nirgends Gelegenheit habe, durch unsaubere Oberflächenwasser verunreinigt zu werden. Es stehen da folgende Mittel zu Gebote: 1. Messung der Quelltemperatur, 2. Farbe, Klarheit, Geruch, Geschmack und Bodensatzbildung, 3. die chemische Analyse, 4. die bakterielle Wasseruntersuchung, 5. die örtliche und geologische Untersuchung. Alle diese Punkte bespricht Verf. eingehend in bezug auf das genannte Gebiet.

Matouschek (Wien).

An die Herren Mitarbeiter!

Da die jetzigen Verhältnisse in den Druckereien, vor allen Dingen aber die sich empfindlich bemerkbar machende Papierknappheit, das Erscheinen auch der wissenschaftlichen Zeitschriften unliebsam beeinflussen, sehen sich die Unterzeichneten veranlaßt, an die Herren Mitarbeiter die Bitte zu richten, sich bei der Abfassung ihrer Arbeiten auf das unbedingt Notwendige und wirklich Neue zu beschränken und die Manuskripte recht deutlich, am besten mit der Schreibmaschine, zu schreiben.

Es ist, wenn ein regelmäßiges und vor allen Dingen auch rasches Erscheinen der eingelieferten Abhandlungen ermöglicht werden soll, mit größter Sorgfalt auf folgende Punkte zu achten:

1. Arbeiten, die einen Umfang von mehr als 2½ Druckbogen ergeben, sind unbedingt zu vermeiden. Es empfiehlt sich daher, sich den gegenwärtigen Verhältnissen durch möglichste Kürze anzupassen.

2. Abbildungen im Texte, vor allen Dingen aber Tafeln, sind auf das Allernötigste zu beschränken, wobei noch darauf zu achten ist, daß ein möglichst einfaches Reproduktionsverfahren gewährleistet ist.

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

3. Umfangreiche Literaturangaben, geschichtliche Einleitungen, Krankengeschichten, allzu eingehende Beschreibungen von Präparaten, umfangreiche Tabellen, Kurven usw. sind möglichst zu vermeiden, oder müssen unter Umständen von der Redaktion gekürzt oder gestrichen werden.

4. Die Zahl der Sonderabzüge ist mit Rücksicht auf die große Papiernot möglichst auf die vom Verlage vorgesehene Anzahl von 20 Exemplaren zu beschränken.

Verlag und Redaktion
des Centralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde
und Infektionskrankheiten.

Inhalt.

Original-Abhandlungen.

Barthel, Chr., Beitrag zur Frage der Nitrifikation des Stallmiststickstoffes in der Ackererde, S. 382.

— und **Sandberg, E.,** Weitere Versuche über das Kaseïn spaltende Vermögen von zur Gruppe Streptococcus lactis gehörenden Milchsäurebakterien, S. 392.

Boas, Friedrich, Über Pilzkolonien mit spiraligem Wachstum, S. 412.

Boekhout, F. W. J., und **Ott de Vries, J. J.,** Aromabildner bei der Rahmsäuerung, S. 373.

Lehmann, R., Caragheen als Nährboden für Bakterien und Pilze an Stelle von Agar, S. 425.

Lieske, Rudolf, Zur Ernährungsphysiologie der Eisenbakterien, S. 413.

Zikes, Heinrich, Über den Einfluß der Temperatur auf verschiedene Funktionen der Hefe, S. 353.

Referate.

Kißkalt, K., Untersuchungen über Trinkwasserfiltration, S. 429.

Nußberger, Gustav, Beitrag zur Kenntnis der Quellenverhältnisse Graubündens und zur Beurteilung von Trinkwasser, S. 431.

Wilhelm, Julius, Übersicht über die biologische Beurteilung des Wassers, S. 426.

Witte, Die Trinkwasseruntersuchung im Felde. Eine Anleitung für Oberapotheker und einjährigfreiwillige Militärapotheker, S. 428.

Die Herren Mitarbeiter werden höflichst gebeten, bereits fertiggestellte Klischees — falls solche mit den Manuskripten abgeliefert werden — nicht der Redaktion, sondern direkt der Verlagsbuchhandlung Gustav Fischer in Jena einzusenden.

Abgeschlossen am 25. September 1919.

Hofbuchdruckerei Rudolstadt.

Centralblatt für Bakt. etc. II. Abt. Bd. 49. No. 18|21.
Ausgegeben am 15. November 1919.

Zusammenfassende Übersichten.

Nachdruck verboten.

Über im Jahre 1917 veröffentlichte bemerkenswerte Arbeiten und Mitteilungen auf dem Gebiete der tierischen und pflanzlichen Feinde der Zuckerrübe.

Von Regierungsrat **A. Stift**, Wien.

A. Tierische Feinde.

Uzel[1]) führt das seit langen Jahren beobachtete stärkere Auftreten der Feldmäuse in Zuckerrübenfeldern auf das Zurückweichen der natürlichen Feinde (Wiesel, Iltis, Spitzmaus, Eule, Mäusebussard usw.) von der vorschreitenden „Kultur" und dann darauf zurück, daß viele Mäuse keine Disposition zur Mäusepest besitzen und ihre Nachkommen daher erheblich immun sind. Weiter empfiehlt Uzel[2]) zur Vertilgung der Feldmäuse das in letzter Zeit mit Erfolg angewendete Bestellen der Mäuselöcher mittels in Arsenkleister getauchter Ruten. Beim Ein- und Ausschlüpfen verunreinigen die Mäuse ihr Fell mit dem Kleister und vergiften sich dann durch Ablecken desselben. Auch der Loefflersche Mäusetyphusbazillus kann, in Kleister angerührt, in derselben Weise Verwendung finden. Schließlich macht Uzel[3]) darauf aufmerksam, daß unter Umständen kleine Vögel an Samenrüben einen bedeutenden Schaden anrichten können. Es fressen nämlich verschiedene Vogelarten aus den reifenden oder eben reif gewordenen Samenknäueln die Samen heraus, was nur möglich ist, solange die Umhüllungen hinreichend weich sind. In späterer Zeit ist eine derartige Beschädigung nicht mehr möglich.

In einem Flugblatt beschreibt Kemmer[4]) den schwarzbraunen Aaskäfer (Blitophaga opaca L.) und seine Lebensweise, über dessen Schädigungen in Frankreich schon aus dem Jahre 1844 Angaben vorliegen. 1889 wurde über diesen Schädling auf Gerstenäckern zum ersten Male in Schweden geklagt, seit 1892 ist er in Norwegen und Finnland bekannt. Vorzugsweise als Schädling der Futter- und Zuckerrübe gefürchtet, greift er aber auch Spinat, Radieschen, rote Rübe und Kartoffel an. Abwehr durch Fruchtwechsel, frühzeitige und beste Aussaat, entsprechende Düngung und Bodenbearbeitung im Zeitpunkt der Puppenruhe des Käfers oder durch Spritzen mit Arsengiften (1—2 g Kaisergrün in 1 l Wasser, bzw. 6 g Bleiarseniat in 1 l Wasser). Der zuweilen beobachtete schwarze Aaskäfer (Phosphuga atrata L.) und ferner Thanatophilus lapponicus Hbst. schädigen in ähnlicher Weise und können auf die gleiche Art bekämpft werden.

---

[1]) Zeitschr. f. Zuckerind. in Böhmen. Jahrg. 42. 1917. S. 229.
[2]) Ebenda. S. 463.
[3]) Ebenda. Jahrg. 41. S. 232.
[4]) Centralanst. för Jordbruksförs. Flugbl. No. 62. 1916. Entomol. Abt. No. 15.

Elstermann[1]) empfiehlt zur Bekämpfung der Drahtwürmer, die Rüben zeitig zu hacken und auch eventuell alle 12—15 Meter 2—3 Reihen Kartoffeln in den Schlag einzuschieben. Man kann reihenweise auch Fangkartoffeln auslegen, die nach einigen Tagen gesammelt, gründlich gebrüht und nach dem Abtöten der darin gefangenen Drahtwürmer auf den Komposthaufen kommen. Als Köderpflanze hat sich auch Salat bewährt. Wirksame Insektenvertilger und daher zu schützen sind Maulwurf, Igel, Spitzmaus, Bachstelzen, Stare, die meisten Singvögel und auch Krähen (die dann, wenn ihrer nicht zu viele sind, einen Schutz verdienen). Vor allem sind aber Hühner mittels fahrbarer Hühnerwägen auf das Feld zu bringen.

Das verheerende Auftreten der Erdraupen (graue Maden), die stellenweise einen geradezu katastrophalen Schaden verursacht haben, hat auch Anlaß zu einer Reihe von Mitteilungen gegeben, von welchen nur die bemerkenswertesten hervorgehoben werden können. Die Versuchsstation für Pflanzenschutz zu Halle a. S.[2]) berichtet über das starke Auftreten der Erdraupen in der Gegend von Stendal. Von einem 50 Morgen großen Zuckerrübenschlag waren in der ersten Julihälfte bereits 10—15 Morgen vernichtet. An jeder Rübe saßen etwa ½—1 cm unter der Erdoberfläche 3—4 Raupen. Zur Bekämpfung werden in erster Linie arsenhaltige Mittel, insbesondere das Schweinfurtergrün, empfohlen. Zur Herstellung einer wirkungsvollen Spritzbrühe benötigt man 100 g auf 100 l Wasser. Zur Abstumpfung der Säure setzt man dazu 300 g frisch gebrannten Kalk, den man vorher zu einer Kalkmilch angerührt hat. Die Brühe wird mittels einer Weinbergspritze auf die Rüben in feinem Sprühregen aufgespritzt. Statt des Schweinfurtergrüns kann man auch das Bleiarsenat verwenden, das allerdings teurer ist. Zur Bekämpfung empfiehlt die genannte Versuchsstation[3]) auch das Anlegen von Fanggräben, mit denen vortreffliche Erfolge erzielt worden sind. Die Fanggräben werden 30—40 cm tief und etwa 35—40 cm breit angelegt; in den Boden hinein werden sie abgeschrägt, damit die Raupen nicht emporkriechen können. Man errichtet derartige Gräben sowohl zur Abgrenzung wenig oder nicht befallener Pläne von stark befallenen als auch innerhalb eines frischen Befallzentrums. Die Erdraupen sind im ersten Entwicklungsstadium ein gutes Hühner-, erwachsen ein beliebtes Entenfutter; gedämpft oder gebrüht, können sie auch an Schweine verfüttert werden. Bei Errichtung von Fanggräben läßt man einen Pflug vorangehen, wonach die Arbeit mit Spaten und Schaufel leicht und rasch vonstatten geht. Nach Steglich[4]) sind die Erdraupen auch in allen Teilen des Königreiches Sachsen in verheerender Weise aufgetreten und haben zu ernsten Besorgnissen Anlaß gegeben. Es wird eine Beschreibung des Schädlings gegeben und hervorgehoben, daß das mehrfach versuchte Aufstreuen von Kalk und Kalisalz, sowie die Anwendung von Spritzmitteln bei der Bekämpfung zwecklos sind. Dagegen empfiehlt er ebenfalls an den befallenen Feldstücken steilrandige Gräben zu ziehen, damit der Schädling an der Abwanderung nach anderen noch nicht ergriffenen Feldstücken verhindert wird. Peschken[5]) empfiehlt ebenfalls, die durch die Erdraupe stark heimgesuchten Rübenfelder schnellstens von den weniger oder noch nicht befallenen Rüben- oder Kartoffeläckern

---

[1]) Landw. Zeitschr. f. Westfal. u. Lippe. Jahrg. 74. 1917. S. 305.

[2]) Landw. Wochenschr. f. d. Prov. Sachs. Jahrg. 19. 1917. S. 281.

[3]) Ebenda. S. 340.

[4]) Sächs. Landw. Zeitschr. Jahrg. 65. 1917. S. 443.

[5]) Illustr. Landw. Zeitg. Jahrg. 37. 1917. S. 399.

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

durch einen etwa 40 cm breiten und ebenso tiefen Graben zu trennen. Beide Wände des Grabens sind von der Mitte nach unten in das Erdreich schräg abzudachen, so daß ein Emporklettern der Raupen unmöglich ist. Die Abtötung der Raupen erfolgt frühmorgens, da die Wanderungen in der Nacht stattfinden. In einem Graben von 600 m wurden in der ersten Nacht gegen 200 000 Raupen gezählt. Weiß [1]) gibt auch eine Beschreibung des Schädlings und bemerkt, daß das Eintreiben der Hühner darum nicht den gewünschten Erfolg hat, weil von ihnen die tagsüber in der Erde befindliche Raupe nicht gesehen wird. Dagegen hat sich das Eintreiben von Schweinen sehr bewährt, die das Feld gründlich durchwühlen und erheblich unter den Raupen aufräumen. Im Herbste empfehlen sich folgende Maßnahmen: Wurzeln, die im Innern Raupen beherbergen, sind zu verfüttern und nicht einzumieten. Die Wintersaaten sind etwas später als üblich zu bestellen, weil mit Eintritt rauherer Witterung die Raupen matt werden und weniger schaden. Ferner empfiehlt sich auch das Ziehen von Gräben (40 cm tief und ebenso breit, Grabenwände abgeschrägt und geglättet), um das Einwandern der Raupen in Wintergetreideschläge zu verhüten. Nach Schander [2]) kann die Verpuppung der Erdraupen auch im Herbste erfolgen und ist in diesem Falle das Ausschlüpfen des Schmetterlings und eine erneuerte Eiablage noch vor dem Einsetzen der Winterkälte zu erwarten. Ein reichlicher Befall scheint vornehmlich auf stark mit Stalldung versehenen Schlägen aufzutreten und scheinen warme, mit Pferdemist gedüngte Böden besonders bevorzugt zu werden. Zur Bekämpfung, die bei starkem Befall schwierig ist, hat sich noch am besten das Fanggrabenverfahren (Ziehen von 30 cm tiefen Gräben mit senkrechten Wänden) bewährt. Häufig empfiehlt sich auch ein Einsammeln durch Schulkinder, bei stärkerem Fraß an den oberirdischen Pflanzenteilen sind dieselben mit Uraniagrün (Arsenik) zu bespritzen. Da die Raupen nach der Ernte im September noch im Boden sind, so sind frühe Wintersaaten immer gefährdet. Bei Einsetzen kühler Witterung werden die Raupen träger und bereiten sich zur Winterruhe vor. Auf Feldern, die nicht zu stark mit Raupen besetzt sind, können, besonders wenn die Raupen ziemlich erwachsen sind, später Wintersaaten gebaut werden. Der Anbau von Sommerung erscheint im allgemeinen unbedenklich, wenn die Raupen im Spätherbste fast erwachsen waren. v. Poncet [3]) glaubt übrigens nicht, daß das Ziehen von Fanggräben immer den gewünschten Erfolg gewährleistet, da sich auf den zu schützenden Feldern doch eingewanderte Raupen gezeigt haben. Bemerkenswert ist, daß Fasanen und Rebhühner sich als wichtige Vertilger der Erdraupen gezeigt haben.

Rambousek [4]) hebt hervor, daß es gegen die Erdraupen ein direktes chemisches Mittel nicht gibt und daß sie selbst Temperaturen bis zu 65° C vertragen. Infolge ihres elastischen Baues lassen sie sich auch schwer zertreten. Nur gegen Feuchtigkeit sind sie sehr empfindlich. Sehr leicht läßt sich auf die Raupen der Schimmelpilz Tarichium megasperum verbreiten; die Raupen fressen sich dann selbst auf. Rambousek beschäftigt sich auch damit, die Krankheit künstlich zu verbreiten, was das einzige direkt wirksame, aussichtsvolle Mittel wäre. Sehr wichtig ist auch das Anzünden von Feuern auf den Feldern, wodurch in warmen Nächten viele

---

[1]) Illustr. Landw. Ztg. Jahrg. 37. 1917. S. 476.

[2]) Zeitschr. f. Spiritusind. Jahrg. 40. 1917. S. 438.

[3]) Zeitschr. d. Landwirtschaftskam. f. d. Prov. Schles. Jahrg. 21. 1917. S. 1115.

[4]) Zeitschr. f. Zuckerind. in Böhmen. Jahrg. 42. 1917. S. 238.

Schmetterlinge angelockt werden und verbrennen. Uzel¹) sieht die Ursache des geradezu katastrophalen Auftretens der Erdraupen in der langen Trockenperiode der Monate Mai und Juni, wo sich die Schmetterlinge ungehindert paaren und Eier legen konnten. Da die Rübe in trockenen Perioden fast die einzige saftige Pflanze ist, wird sie deshalb von der Saateule mit Vorliebe zur Ablage der Eier benützt. Wichtig ist auch die Unkrautbekämpfung. Kaiser²) hat auch gefunden, daß den Erdraupen mit Spritzmitteln nicht beizukommen ist und die Schädlinge nur durch Absuchen zu vernichten sind. Dasselbe gilt auch von den Raupen der Sauerampfereule (Tryphaeus [Agrotis] pronuba) oder dem gelben Ordensband, die dieselbe nächtliche Lebensweise führen. Beim Ausgraben der Raupen (am besten mit einem kleinen Löffel) findet man mitunter kleine, glänzendschwarze Käfer, die die schlimmsten Feinde der Erdraupen sind und daher unbedingt geschont werden müssen. Es handelt sich dabei um 2 Stutzkäferarten, und zwar um Hister limetarius (zweipunktige Stutzkäfer) und H. quadrimaculatus (vierpunktige Stutzkäfer). Eifrige Vertilger sind auch die Fledermäuse. Nach der Rübenernte bestreut man das befallene Feld mit gemahlenem Ätzkalk, pflügt tief und läßt es den Winter über in rauher Furche liegen. Wasmuth³) hat mit dem Eintreiben der Hühner in befallene Felder gute Erfahrungen gemacht. Als Hühnerwagen diente eine entsprechend hergerichtete alte Schäferhütte, die an die Grenze des Rübenschlages gebracht wurde. Über das Auftreten der Erdraupen liegen auch Mitteilungen von Miestinger⁴) und Stift⁵) mit Angaben von in der Praxis bereits bewährten Bekämpfungsmaßregeln vor. Schließlich sei noch bemerkt, daß die Statthalterei in Böhmen⁶) in ihrem Erlaß vom 12. August 1917 auf die Gefahren hingewiesen hat, die dem Rübenbau usw. durch das „besorgniserregende starke" Auftreten des Schädlings drohen und folgende Maßnahmen zur Bekämpfung empfiehlt: Ziehen von Fanggräben, Einsammeln der Raupen, gründliche, zweckentsprechende Bodenbearbeitung, Unkrautvernichtung, Eintreiben von Geflügel und Vertilgung der Schmetterlinge durch Unterhalten offener Feuer in warmen Nächten (10—11 Uhr). Als Vorbeugung empfiehlt sich die Vermeidung von Stalldünger und Verwendung von Kunstdünger. Ein Anbau der Winterung ist tunlichst zu unterlassen.

Nach der Beobachtung von Bensel⁷) hat der Schmetterling Peridroma margaritosa (saucia) Hübn., in den letzten Jahren, besonders bei kaltem und nebeligem Wetter, unter den Zuckerrüben in Kalifornien großen Schaden verursacht. Die Larven des Schädlings halten sich tagsüber im Boden in einer Tiefe von 3—5 cm versteckt und kommen erst nachts zur Nahrungssuche heraus. Bei starkem Befall können die oberirdischen Teile der Rübe vollständig zerstört werden, in gewissen Fällen werden aber auch die Wurzeln mehr oder weniger beschädigt. Unter den natürlichen Feinden des Schädlings befinden sich Calosoma semilaeve Lec. und C. cancellatum Esch. Mit Erfolg wurden die folgenden Bekämpfungsmittel angewendet: 1. Zerstäubung arsenikhaltiger

---

¹) Ebenda. Jahrg. 42. 1917. S. 241.

²) Illustr. Landw. Zeitg. Jahrg. 37. 1917. S. 406.

³) Ebenda. Jahrg. 37. 1917. S. 428.

⁴) Nachricht. d. Deutsch. Landw.-Gesellsch. f. Österr. Jahrg. 1. 1917. S. 374.

⁵) Wien. Landw. Zeitg. Jahrg. 67. 1917. S. 496.

⁶) Der Deutsche Landwirt. Jahrg. 36. 1917. S. 309.

⁷) Intern. Agrar-Techn. Rundsch. Jahrg. 7. 1916. [1917.] S. 724.

Präparate mittels eines Gasolinmotors, 2. Bestäubung mit essig-arsenigsaurem Kupfer in Pulverform zu einer Zeit, wo die Blätter noch mit Tau bedeckt sind, wodurch ein besseres Haften des Präparates erzielt wird und 3. Verwendung von Lichtfallen (elektrische oder Azetylenlampen, in deren Nähe Gefäße mit Wasser unter einem Zusatz von Petroleum aufgestellt werden), mit Hilfe deren es gelungen ist, in einer einzigen Bekämpfungsperiode eine Million vollständig entwickelter Insekten einzufangen.

Nach der Mitteilung von v. Lengerke[1]) sind die Zucker- und Futterrübenfelder in Vorpommern in außerordentlich schädigender Weise von den Maden der Runkelfliege (Anthomyia conformis) heimgesucht worden. Die Pflanzen sahen aus, als wenn sie dem Vertrocknen nahe gewesen wären. Ein durchgreifendes Mittel gegen den Schädling ist nicht bekannt (und dürfte bei der Lebensweise der Made auch kaum gefunden werden. Der Ref.). v. Lengerke dachte anfangs daran, die Rüben vor dem Vereinzeln mit der Glattwalze zu befahren, wodurch voraussichtlich die in den Blättern sitzenden weichen Maden zerquetscht würden, gab aber, angesichts der unzähligen auf der Blattunterseite auch der gesunden Blätter haftenden Eier, dieses Verfahren auf. Nach der Mitteilung von Lind, Rostrup und Kølpin Ravn[2]) hat im Jahre 1916 die Runkelfliegenmade auch in Dänemark sehr geschadet und sind die Beschädigungen bereits in den Monaten Juni und Juli erhebliche gewesen.

Molz[3]) berichtet über die Blattlausbekämpfung mittels des fahrbaren Dämpfapparates „Landaurett“ auf Samenrüben. In dem Dampfkessel des Apparates wird Wasser, dem das nikotinhaltige Präparat „Rettin“ (mit einem Gehalt von 10 Proz. Reinnikotin) in kleinen Mengen zugesetzt ist, unter Druck erhitzt. Die entstehenden Dämpfe werden durch eine Schlauchleitung zur Verwendungsstelle geführt. Eine solche Leitung ist auch an den Flüssigkeitsraum des Dampfkessels angeschlossen. Beide Schlauchlinien vereinigen sich am Ende zu einer Strahldüse, in welcher der austretende Dampf die gleichzeitig infolge des Druckes im Dampfkessel austretende Flüssigkeit zerstäubt. Im vorliegenden Falle waren die Randpflanzen eines großen Rübensamenplanes stark verlaust. Die Bespritzung setzte am 18. 6. ein und die Kontrolle am 23. 6. ergab, daß auf dem behandelten Randstreifen noch 11 Triebspitzen einen ganz schwachen Blattlausbefall zeigten, während vor der Behandlung viele hunderte Triebe befallen waren. Der Apparat ist leistungsfähig; ein sicheres Arbeiten hat sich aber nur bei Holzfeuerung gezeigt, während Steinkohlen wenig geeignet sind. Ein Hineinfahren des Apparates in das Feld ist wegen einer Beschädigung der Pflanzen nicht angängig, doch ist dies auch nicht notwendig, nachdem die Behandlung eines ganzen Feldes (und nicht der Ränder allein) doch zu zeitraubend und kostspielig sein dürfte. Von Bedeutung ist, daß durch die Wirkung der Rettindämpfe die als Blattlausvertilger so überaus nützlichen Marienkäferchen und ihre Larven nicht abgetötet werden; die Tierchen fallen, falls sie vom direkten Dampfstrahl getroffen werden, zu Boden und sind dann jeder weiteren Gefahr enthoben. Molz gibt sein Urteil über den Apparat dahin ab, daß derselbe bei einem starken Randbefall, der ein Entfernen der befallenen Gipfeltriebe ausschließt, brauchbare Dienste leistet. Allerdings sind die Anschaffungskosten des Apparates ziemlich hohe (300 Mk.), wozu noch kommt, daß der Schlauch am Mundstück leicht platzt. Im Präparat „Rettin“ ist das Nikotin die allein wirksame Substanz, weshalb es durch eine 10proz. Nikotinlösung, die dann im Dampfkessel mit Wasser 1: 50 oder 1: 40 gemischt wird, ersetzt werden kann.

---

[1]) Illustr. Landw. Zeitg. Jahrg. 37. 1917. S. 339.

[2]) Tidsskr. for Planteavl. Bd. 24. 1917. S. 240.

[3]) Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. Bd. 27. 1917. S. 107.

Die Versuchsstation für Pflanzenschutz in Halle a. S.[1]) empfiehlt zur Bekämpfung der Blattläuse (Aphis papaveris) auf Samenrüben in Ermangelung der bekannten Blattlausgifte Quassiaseife und Nikotinseife einen Tabakextrakt zu verwenden, den man sich selbst durch eine einstündige Abkochung aus Tabakabfällen (Tabakstaub, Zigarrenstummeln) herstellen kann. Es wurde 1 kg Tabakstaub in 10 l Wasser abgekocht und durch Filtration eine konzentrierte Brühe hergestellt, von der vor der Verwendung 3 l mit 7 l Wasser versetzt wurden. Der Erfolg gegen die Blattläuse war ein schlagender. Rambousek[2]) bezeichnet das Bestreuen der Felder mit gewöhnlichem Straßenstaub, der mit wenig Kalk vermischt wird, als ein gutes Mittel gegen die Blattlaus, da durch diese Mischung die Poren verstopft werden. Nach Lind, Rostrup und Kølpin Ravn[3]) wurden in Dänemark die im Jahre 1916 Ende Juni auf Samenrüben aufgetretenen Blattläuse erfolgreich mit Tabakextrakt niedergehalten, Regen um Mitte Juli verminderte weiter ihre Zahl und Ende Juli räumte eine durch Empusa fresenii verursachte Pilzkrankheit mit ihnen vollständig auf.

Nach Ritzema-Bos[4]) hat die gelbgefleckte Wurmschnecke (Geomaculus maculosus Allm. im Sommer 1913 Zuckerrüben durch Anfressen der Wurzeln beschädigt. Diese Schnecke scheint sich vom Jahre 1872—1913 als Schädiger nicht bemerkbar gemacht zu haben. Im Jahre 1914 wurden wieder Schnecken zur Untersuchung eingesendet, doch war die genannte Art nicht darunter. Über Beschädigungen der Rübenkulturen durch die Ackerschnecke (Agriolimax agrestis) berichten Lind, Sofie Rostrup und Kølpin Ravn[5]).

Nach Uzel[6]) ist es zur Bekämpfung der Rübennematoden notwendig, daß die Sedimentgruben der Zuckerfabriken während der ganzen Rübenverarbeitung eine deutliche alkalische Reaktion aufweisen, damit im Schlamm nicht kalkfreie Stellen entstehen und dadurch eine Verschleppung der Rübennematoden gegeben ist. Nur durch eine regelmäßige Kalkzugabe ist es möglich, die im Schlamme sich vorfindenden Rübennematoden und ihre derben, sehr zahlreiche Eier und Larven enthaltenden Wintercysten (das sind die mit einer derben braunen Hülle umgebenen Weibchen des Nematoden, die dadurch auch nach ihrem Absterben im Herbst ihre Eier schützen) zu vernichten. Die Höhe der notwendigen Kalkzugabe ist noch nicht genau festgestellt, ferner auch nicht die Länge der Einwirkungsdauer, doch scheint, bei einer deutlich alkalischen Reaktion des Schlammes, eine Zeit von 1—2 Monaten zum Vernichten der Nematoden und Wintercysten hinreichend zu sein. Zur raschen Vernichtung der Nematoden in der Abschipperde genügt der sechste Teil an Ätzkalk. Der Saturationsschlamm enthält zuweilen Nematoden, die den Rübennematoden ziemlich ähnlich sind. Es handelt sich hier um einen Schlamm, der durch Gärungsvorgänge seine Alkalität eingebüßt hat. Die Infektion ist augenscheinlich sekundärer Natur. Die hier auftretenden Nematoden unterscheiden sich von den Rübennematoden in einigen wichtigen Punkten, vornehmlich aber durch das Fehlen des Mundstachels, dessen sich die Rübennematoden zum Anbohren des lebenden Gewebes der Rübenpflanze bedienen. Die Bekämpfung der im Saturationsschlamme zufällig auftretenden Nematoden ist infolge ihrer praktischen Bedeutungslosigkeit nicht notwendig.

---

[1]) Landw. Wochenschr. f. d. Prov. Sachs. Jahrg. 19. 1917. S. 257.

[2]) Wochenschr. d. Zentralver. f. d. Rübenzuckerind. Österr. u. Ung. Jahrg. 55. 1917. S. 463.

[3]) Tidsskr. f. Planteavl. Bd. 24. 1917. S. 241.

[4]) Bos. Instit. v. Phytopathol. te Wageningen. J. 1914. Wageningen 1917.

[5]) Tidsskr. f. Planteavl. Bd. 24. 1917. S. 240.

[6]) Zeitschr. f. Zuckerind. in Böhm. Jahrg. 41. 1917. S. 420.

Uzel[1]) macht auch darauf aufmerksam, daß schon beim Verziehen oder Vereinzeln der jungen Zuckerrüben die Gelegenheit gegeben ist, mit Leichtigkeit gegen verschiedene Schädiger und Krankheiten der Rübenpflanze vorgehen zu können. Auf den Blättern, bzw. zwischen Blattober- und Unterseite, leben die Larven der Rübenfliege, die unter Umständen große Blattschäden verursachen, um so mehr als der ersten Generation in demselben Jahre noch weitere Generationen folgen. Zur Bekämpfung werden die beim Vereinzeln ausgenommenen Rüben in mit Papier oder Tüchern ausgelegten Körben gesammelt und dann vernichtet, am besten durch Kompostierung mit Kalk. Die jungen Rübenblätter werden auch, und zwar auf der Unterseite, durch die schwarzen Blattläuse besiedelt, die, infolge ihrer raschen Generationsfolge, unter Umständen ganze Felder verseuchen können. Befallene Pflanzen sind daher beim Vereinzeln unbedingt zu entfernen. Zur gleichen Zeit ist auch die Bekämpfung der Drahtwürmer, der Larven der Wiesenschnacken und der Rübennematoden möglich. Der Rübennematode pflegt schon an den Wurzeln der ganz jungen Rübenpflänzchen vorzukommen und kann dann leicht durch das Vereinzeln vom Felde entfernt werden.

B. Pflanzliche Feinde.

In Böhmen breitet sich nach Uzel[2]) immer mehr und mehr eine Krankheit aus, die die Zuckerrübe in jedem Stadium ihrer Entwicklung ergreift und die als Wurzelbrand zu bezeichnen ist, der einen chronischen Verlauf angenommen hat. Infolgedessen hat die ergriffene Rübe ihr ganzes Leben hindurch mit dieser Krankheit zu kämpfen. Diese Krankheit äußert sich in folgender Weise: Die Seitenwurzeln faulen und werden von der Pflanze stetig erneuert, was auf Kosten der Entwicklung der Wurzel geschieht. Unter Umständen kann auch die Hauptwurzel von ihrem äußersten Ende aus faul werden. Der abgefaulte Rübenschwanz wird durch Ersatzschwänze ersetzt, wodurch die Wurzel ein zackiges Aussehen annimmt. Bei der jungen Rübe kann die Fäulnis der Seitenwurzeln auf die Hauptwurzel übergehen, um dort auf einer begrenzten Stelle in die Tiefe zu steigen. Auf älteren Rüben pflegen oft zwischen den faulenden Seitenwurzeln kleine Warzen aufzutreten, die manchmal zusammenfließen und auch faul werden. In den beiden Längsfurchen der Rübenwurzel wachsen oft mehr oder weniger dicke Seitenschwänze hervor. Uzel ist der Ansicht, daß die allgemeine Verbreitung des chronischen Wurzelbrandes, der von alle befallenen Gewebe ausfüllenden Bakterien begleitet ist, geeignet erscheint, Beunruhigung hervorzurufen. Da die Krankheit in allen Böden und in allen Lagen vorkommt, so ist wohl anzunehmen, daß die Ursache ihres Auftretens in ganz allgemeinen Verhältnissen zu suchen ist: Düngungs- und Grundwasserverhältnisse (die ungünstig beeinflußt werden), nicht rationelle Fruchtfolge und Anbau in ungeeigneten Bodenarten. Durch alle diese Faktoren wird die Rübenpflanze geschwächt und zum Erkranken geneigt gemacht. Es ist auch möglich, daß jene Bakterien geschwächt werden, die mit der Zuckerrübe in Symbiose leben (indem sie ihre feinsten, die Nahrung aufnehmenden Wurzeln umhüllen und dadurch beschützen, daß sie das Eindringen den feindlichen, den Wurzelbrand begleitenden Mikroorganismen verwehren), und daß die natürliche Bodenflora der nützlichen Bakterien unterdrückt wird. Der Umstand, daß die Krankheit weit verbreitet ist, erheischt die Pflicht, nur solche Rüben zur Samenproduktion zu wählen, die frei von der Krankheit sind, da die Möglichkeit leicht gegeben ist, daß der Samen eine Disposition zu ihr erlangen kann. Weiter hebt Uzel¹) hervor, daß durch das Verziehen der jungen Zuckerrüben auch die Bekämpfung des Wurzelbrandes gegeben ist und zwar der ihn verursachenden Pilze (Pythium de Baryanum, Aphanomyces laevis und Phoma betae) und Bakterien. Die dem Felde entnommenen Pflänzchen dürfen hier aber nicht liegen bleiben, sondern müssen entfernt werden. (Unbeschädigte Pflanzen geben ein vorzügliches Gemüse und sonst sind die Pflanzen als Viehfutter oder durch Kompostierung zu verwerten.)

---

[1]) Prag. Zuckermarkt. Jahrg. 36. 1917. S. 299.

[2]) Zeitschr. f. Zuckerind. in Böhm. Jahrg. 41. 1917. S. 306.

Krüger und Wimmer²) haben ihre Versuche zur Bekämpfung des Wurzelbrandes junger Rübenpflanzen (in dem Falle wo die Krankheit ihren Ursprung im Saatgut hat) durch Saatgutbeize weiter fortgesetzt und hierzu Uspulun (0,3-, 0,5- und 1proz. Lösung bei 5stündiger Einwirkung) und Cyanatrium (0,1- und 1proz. Lösung bei 5stündiger Einwirkung) herangezogen. Zum Vergleiche diente eine 0,5proz. Karbolsäure, die auf Grund 30jähriger Erfahrungen sich als ein ausnahmslos sicheres Mittel zur Unterdrückung des Wurzelbrandes bewährt hatte. Ein großer Vorteil liegt bei ihrer Verwendung auch darin, daß eine ganz bestimmte Einwirkungsdauer nicht erforderlich ist, nachdem z. B. eine 19- oder 24stündige Einwirkung genau dasselbe wie eine 20stündige Einwirkung leisten. Schnell bei mäßiger Temperatur getrocknet, verlieren derartig gebeizte Samen auch bei längerer Aufbewahrung nichts von den erworbenen guten Eigenschaften. Der zu den Versuchen verwendete Rübensamen hatte auf dem Sandkeimbette außerordentlich zahlreiche erkrankte Keime g liefert. Die Rübensamen wurden in Vegetationskästen gesät, die mit einem Gemisch von Sand und 6 Proz. gereinigtem Torf unter Zusatz einer Nährlösung gefüllt waren. Die Untersuchung der Pflanzen erfolgte nach Entwicklung des vierten Blattes. Auch bei den vorliegenden Versuchen hatte wieder die Karbolsäure am besten abgeschnitten, während die Wirkung der beiden anderen Mittel zwar deutlich erkennbar ist, bei ungünstigen Bodenverhältnissen aber sehr leicht völlig versagen kann. Sollten sich die Erreger des Wurzelbrandes auch im Boden vorfinden oder sollte die Krankheit auch eine Folge mangelhafter physikalischer Bodenbeschaffenheit sein, so müssen stets diejenigen Pflanzen die größte Sicherheit bieten, die den schädigenden Einflüssen den größten Widerstand entgegensetzen können. Dieses wird aber ebenfalls am besten durch die Anwendung der Karbolsäure erreicht. Seinerzeitige Versuche haben ergeben, daß sich auch auf dem Felde der Wurzelbrand durch Karbolsäure wirksam bekämpfen läßt.

---

¹) Prag. Zuckermarkt. Jahrg. 36. 1917. S. 299.

²) Zeitschr. d. Ver. d. Deutsch. Zucker-Industr. Bd. 67. 1917. S. 649.

Bezüglich der praktischen Durchführung der Rübensamenbeizung mit Schwefelsäure, worüber Fallada¹) und Mucha²) berichten, muß verwiesen werden.

Uzel³) hat Versuche über die Einwirkung von Rohperozid auf Zuckerrübensamen angestellt, bei denen eine 4proz. Lösung 6½ Stunden zur Anwendung kam. Der Samen wurde dann in dünnen Schichten ausgebreitet, getrocknet und in einer mit Erde gefüllten Kiste ausgesät. In dieser Erde wuchsen schon 2 Jahre mit Wurzelbrand behaftete Rüben. Es hat sich nun gezeigt, daß die aus dem behandelten Samen erwachsenen Zuckerrüben von dem Wurzelbrand in viel geringerem Grade befallen waren, als die in den beiden vorhergehenden Jahren gewachsenen Zuckerrüben, obwohl es sich um denselben Samen und denselben Boden handelte. Auch die Keimungsenergie des behandelten Samens schien größer zu sein.

Beizversuche mit Uspulun (ein von der Firma Farbenfabriken vorm. Friedr. Bayer u. Komp. in Leverkusen hergestelltes Chlorphenolquecksilberpräparat, mit Beigabe von Ätzkali oder Ätznatron und einem Farbstoff) an Runkelrübensamen hat Kugler⁴) angestellt. Die Samen (2½ kg) wurden 8 Stunden unter zeitweiligem Umrühren in 10 l Wasser, dem 25 g Uspulun zugesetzt waren, gebadet und dann trocken ausgedrillt. Die Rübenknäuel wurden auf 40 cm gedrillt und dann, wie üblich, verzogen. Die Rüben wuchsen üppig heran und brachten gegenüber der unbehandelten Parzelle einen Mehrertrag von 14 Zentner auf den Morgen. Der kleine Mehrertrag machte die Mühe und die geringen Beizkosten mehr als bezahlt. Das Präparat ist als Beizmittel gegen Schädlinge bakterieller Natur weiterer Beachtung wert.

Nach der Beobachtung von Hiltner und Korff⁵) ist es zweifellos, daß bei der Herz- und Trockenfäule (Absterben der Blätter und Aufplatzen des Rübenkörpers) wohl in erster Linie die Witterungsverhältnisse eine entscheidende Rolle spielen, daß aber auch die Bodenverhältnisse und die Art der Düngung für das Zustandekommen der Krankheit ausschlaggebend sind.

van der Lek⁶) hat sich mit dem Auftreten von Rhizoctonia violacea Tül. (der Pilz ist auch ein schon lange bekannter, gefährlicher Schädiger der Zuckerrübe) beschäftigt und nachgewiesen, daß der Pilz, oder zumindesten die beobachteten Rassen dieses Pilzes, eine deutliche Pathogenität gegen verschiedene Unkräuter erkennen lassen, daß kein wesentlicher Unterschied in seinem Verhalten gegen wildwachsende und Kulturpflanzen besteht und er sich durchaus nicht als Saprophyt, sondern vielmehr als gefährlicher Parasit erweist. Eine Tendenz des Pilzes zur Spezialisierung in verschiedene Rassen konnte bei den Kulturversuchen nicht festgestellt werden. Die Fruktifikationsart eines Basidiomyceten gelangte nicht zur Beobachtung; der Pilz hat daher mit der Gattung Hypochnus nichts

---

¹) Österr.-Ungar. Zeitschr. f. Zuckerind. u. Landw. Jahrg. 46. 1917. S. 22, 31; Wochenschr. d. Zentralver. f. d. Rübenzuckerind. Österr. u. Ung. Jahrg. 56. 1917. S. 150.

²) Wochenschr. d. Zentralver. f. d. Rübenzuckerind. Österr. u. Ung. Jahrg. 56. 1917. S. 161.

³) Zeitschr. f. Zuckerind. in Böhm. Jahrg. 42. 1917. S. 231.

⁴) Illustr. Landw. Zeitg. Jahrg. 37. 1917. S. 176.

⁵) Prakt. Blätt. f. Pflanzenb. u. Pflanzensch. Jahrg. 15. 1917. S. 106.

⁶) Mededeel. v. de Rijks Hoog. Land-, Tuin- en Boschbouwschool. Bd. 12. 1917. S. 94. 9 Taf.

zu tun und es besteht die Auffassung Erikssons, dem Pilze einen heterözischen Entwicklungskreis zuzuschreiben, daher nicht zurecht. Somit erscheinen Rhizoctonia violacea und Hypochnus solani als zwei wohl unterscheidbare Pilzarten. van der Lek gibt auch ausführliche Angaben über seine Kulturversuche, über die Sclerotien- und Konidienbildung der von ihm gezüchteten Rhizoctonia und belegt seine Befunde mit entsprechendem Illustrationsmaterial.

Stift und Brož[1]) beschäftigen sich seit fünf Vegetationsperioden mit der Wurzelkropfbildung der Zuckerrübe und haben in einer früheren Mitteilung schon darauf hingewiesen, daß es ihnen durch Infektion der Rüben mit dem Bacterium tumefaciens Smith nicht nur gelungen ist, Wurzelkropfbildungen von mitunter beträchtlicher Größe hervorzurufen, sondern auch aus den so künstlich hervorgerufenen Kröpfen das Bakterium wieder in Reinkultur zu bringen. Die Versuche wurden durch Impfungen von einjährigen Rüben weiter fortgesetzt und ferner auch Impfungen bei Samenrüben versucht. Die Impfversuche bei den einjährigen Rüben waren bei einer Zuchtfamilie bis zu 90 Proz. und bei der zweiten Zuchtfamilie bis zu 100 Proz. erfolgreich. Die hervorgerufenen Kröpfe waren von Erbsen-, Haselnuß-, Äpfel- und Faustgröße. Bei einigen Kröpfen wurde auch eine Metastasebildung festgestellt, das sind Wucherungen, die nicht an der ursprünglichen Infektionsstelle, wo sich der eigentliche Wurzelkropf entwickelt, entstehen, sondern unter Umständen weit von ihr entfernt, wodurch es mitunter zur Bildung mehrerer sekundärer Anschwellungen (Tumore) kommt. Die Infektion bei Samenrüben war bis zu 50 und 60 Proz. erfolgreich. Die erhaltenen Anschwellungen waren von Erbsen-, Hasel-, Walnuß- und Apfelgröße. Eine Samenrübe zeigte eine besonders schöne Kropfbildung von Kindskopfgröße. Die Kontrollpflanzen waren sämtlich frei von Wucherungen. Die Versuche blieben erfolglos bei der Impfung der Stengel der Samenrüben und die Ursache des Mißerfolges liegt jedenfalls in der zur Zeit der Impfung herrschenden ungünstigen Witterung. Während bei einer Samenrübe die Infektion und die damit in Verbindung stehende mächtige Kropfbildung von Kindskopfgröße auf Samenertrag und Keimfähigkeit des Samens keinen Einfluß ausgeübt hatte, lagen die Verhältnisse bei einer anderen Samenrübe, bei der die Anschwellung nur von Apfelgröße war, ganz entgegengesetzt. Die geringen Erfahrungen berechtigen natürlich noch zu keiner Schlußfolgerung in dieser Spezialfrage.

Bartoš[2]) hat sich, und zwar vom Standpunkte des Züchters, mit dem Rübenrost beschäftigt, eine Erscheinung, die im allgemeinen zu den gutartigen Rübenkrankheiten gerechnet wird. Auf Grund der namentlich in den Jahren 1908—1910 durchgeführten Beobachtungen wurde einwandfrei festgestellt, daß manche Familien weit mehr vom Rost befallen werden als andere Familien, die der Krankheit auffallend widerstehen, daher in dieser Beziehung die Individualität der Gattung oder der Familie die Hauptrolle spielt. Da die Krankheit gewöhnlich am Schlusse der Vegetation auftritt, zu einer Zeit, wo die Rübe weder an Zucker noch an Gewicht mehr wesentlich zunimmt, so wird ihr nicht viel Beachtung geschenkt, aber mit Unrecht, wie Bartoš bei der Untersuchung kranker Rüben gefunden hat. Während gesunde Rüben eine durchschnittliche Krautmenge von 340 g und einen Zuckergehalt von 22,02 Proz. aufwiesen, zeigten die vom Rost befallenen Rübenblätter ein Gewicht von 320 g und der Zuckergehalt der Wurzel war 21,48 Proz., also um 0,54 Proz. geringer. Um die Krankheit auch bei der Nachkommenschaft verfolgen zu können, wurden die untersuchten Rüben der beiden Gruppen im Jahre 1909 als Samenrüben ausgepflanzt, natürlich jede Gruppe von der anderen Gruppe örtlich getrennt, und die geernteten Samen dann im Jahre 1910 auf zwei Parzellen nebeneinander ausgesät. Der Unterschied im Aussehen der Blätter der heranwachsenden Rüben war ein auffallender, da das Blattwerk der von den „Rostrüben“ stammenden Nachkommenschaft ganz braun aussah. Der Zuckergehalt dieser Rüben war fast um 1,5 Proz. niedriger und der Rübenertrag um 35 Meterzentner auf 1 ha geringer als bei den gesunden Rüben. Zu den Versuchen wurden allerdings stark vom Rost befallene Rüben ausgesucht, doch ist die Krankheit offensichtlich nicht so harmlos als es auf den ersten Blick erscheinen könnte. In dem Umstande, daß manche Familien der Krankheit widerstehen können, liegt auch das wirksamste Mittel zu ihrer Bekämpfung. Man wird daher auf eine sorgfältige Auswahl gesunder Familien und gesunder Individuen zu achten haben und Familien, die besonders zum Rost neigen, beseitigen. Diese Auswahl hätte nicht bloß bei einjährigen Rüben, sondern auch bei Samenrüben zu erfolgen. Nach weiteren Beobachtungen von Bartoš war überall dort, wo in einer Eliterübe eine degenerierte Rübe vorkam, diese sehr stark vom Rost befallen und dieser Zusammenhang war ein so sicherer, daß Bartoš auf Grund des kranken Krautes mit Leichtigkeit alle degenerierten Rüben des ganzen Versuchsfeldes herauszufinden vermochte. Ferner hat sich auch gezeigt, daß manche Futterrübensorten mehr zu der Krankheit neigen als die Zuckerrübe.

---

[1]) 27. Jahresber. d. Rübensamen-Zücht. von Wohanka u. Co. 1917. S. 6. 4 Taf.

[2]) Zeitschr. f. Zuckerind. in Böhm. Jahrg. 41. 1917. S. 688.

C. Krankheiten bakterieller und physiologischer Natur.

Allgemeine Übersichten.

Ritzema-Bos[1]) hat in Holland im Jahre 1914 an Zucker- und Futterrüben die charakteristische Rübenschwanzfäule beobachtet, als deren Erreger Bacillus bussei Mig. angegeben ist, wobei aber wahrscheinlich auch Bacillus lacerans Mig. eine Rolle spielt. Möglicherweise ist Bacillus betae Mig. mit dem erstgenannten Bazillus identisch. Zur Abwehr der Krankheit wird empfohlen, kranke Rüben samt umgebender Erde zu entfernen und mit ungelöschtem Kalk unschädlich zu machen. Ein Verschleppen verseuchter Erde ist zu vermeiden. Phosphatdüngung ist al Vorbeugungsmittel gegenüber der krankheitsfördernden Stickstoffdüngung (besonders wenn die Rüben unter Trockenheit leiden) vorzuziehen.

Laxa[2]) untersuchte eine Rübe, deren Parenchym verschrumpft, schwärzlich und aufgesprungen war und deren Rissen ein weißlicher, schaumartiger Schleim entquoll. Die Rübe roch nach Hefe. Sie war der Überflutung und dem Erfrieren ausgesetzt, worauf nach warmem Regen die Schleimfäule auftrat, die ihre Verarbeitung sehr erschwerte. Die Fabriksräume, in denen diese Rübe verarbeitet wurde, hatten einen Geruch nach Äthylacetat. Auf Grund der Untersuchungen wurde festgestellt, daß die Ursache der Schleimbildung in dem Auftreten eines Bakterium lag, das sich vollständig von den bisher bekannten Urhebern der Schleimigkeit der Säfte und der Rüben unterschied. Das Bakterium, dessen Eigenschaften eingehend beschrieben werden, wurde Bacterium Preisii genannt. Es gedeiht am besten bei einer Temperatur von 22—25° C. Da der Wuchs bereits bei 4° C einsetzt und bei 34° C nicht mehr beobachtet wird, so gehört das Bakterium zu den glazialen Mikroben, das ist zu solchen, die bei niedrigen Temperaturen wachsen. Bei 70° C geht das Bakterium innerhalb 10 Minuten sicher zugrunde. Das Bakterium gedeiht am besten in Maltose- und Saccharoselösungen und dann erst kommen Lävulose, Dextrose, Laktose und Mannit an die Reihe. Die Schleimbildung tritt aber erst bei Anwesenheit von Saccharose ein, die dabei zersetzt wird. Ferner wurde festgestellt, daß das Bakterium keine große Fähigkeit besitzt, die unlöslichen Pektine des Rübengewebes in lösliche Pektine umzuwandeln; immerhin kann ihm aber diese Eigenschaft nicht gänzlich abgesprochen werden. Der Ursprung des Bakteriums ist in den Oberflächenschichten des Erdbodens zu suchen, wo es sich unter günstigen Umständen entwickelt, indem es die übrigen anwesenden, hauptsächlich sporenbildenden, die Wärme liebenden Bakterien im Wachstum überflügelt. Die Fähigkeit des Bakteriums, bei Kälte zu vegetieren, bewirkt, daß es leicht aus der Erde in einer Saccharoselösung vermehrt und gezüchtet werden kann. Dieser Umstand erklärt auch die Ursache des Verderbens der Rübe. Durch Erfrieren der Rübe ist eine Abtötung des Gewebes eingetreten und ihre Widerstandsfähigkeit gegen Mikroben hat eine Herabsetzung erfahren. Das sonst für die gesunde Rübe unschädliche Bakterium hatte unter der herrschenden kühlen Temperatur günstige Wachstumsbedingungen vorgefunden und die im Safte der Rüben vorhandene Saccharose zur Schleimbildung benutzt.

---

[1]) Bos. Instit. v. Phytopathol. te Wageningen. J. 1914. Wageningen 1917.

[2]) Zeitschr. f. Zuckerind. in Böhm. Jahrg. 41. 1917. S. 309.

Nach Uzel¹) zeigte der Befall der Samenrübe durch Bakterien folgendes Krankheitsbild: Die unteren Blätter waren abgestorben und die Stengel der Blütenstände wiesen grau- bis schwarzbraune, ein bis einige Zentimeter lange Striche auf, die sich stellenweise in gelbe, etwas eingesunkene Flecke verbreiteten. Unter diesen Flecken war das Gewebe abgestorben und mit Bakterien gefüllt. Viele der oberen Blätter im Blütenstande wurden gelb und trockneten von den Rändern und vom Ende her ein. Die Wurzeln hatten faule Köpfe und Schwänze. Die Seitenwurzeln waren auch faul, woran neben den Bakterien die Rübennematoden beteiligt waren. In dem um die Rüben befindlichen Erdboden waren zahlreiche Springschwänze der Gattung Lipura, dann Würmer der Gattung Enchytraeus, Käfer aus der Familie der Staphylinidae und viele tote Weibchen des Rübennematoden, die von den Larven schon verlassen waren, zu finden.

Nach Lind, Sophie Rostrup und Kølpin Ravn²) ging die Mosaikkrankheit an manchen Stellen auch auf einjährige Rüben (bis 20 Proz. Befall) in einer Entfernung von 300 m von der befallenen zweijährigen Rübe über. Nach den vorliegenden Beobachtungen scheinen jene Insekten, die an der Verschleppung dieser Krankheit beteiligt sind, demnach mit dem Winde über 300 m hin ins Flachland verweht, durch dichte und hohe Hecken aber an der weiteren Verbreitung gehindert werden zu können.

Schaffnit und Voß³) berichten über das vorzeitige Gelbwerden der Rüben aus verschiedenen Bezirken der Rheinprovinz; stellenweise be-

---

¹) Zeitschr. f. Zuckerind. in Böhmen. Jahrg. 41. 1917. S. 232.

²) Tidsskr. f. Planteavl. Bd. 24. 1917. S. 239.

³) Veröffentl. d. Landwirtschaftskam. f. d. Rheinprov. Bonn 1916. No. 4. S. 30.

trug der Knollenertrag höchstens $^2/_3$ des Betrages normaler Jahre. Die Ursache der Erscheinung läßt sich nicht mit Sicherheit feststellen, doch ist zweifellos, daß die Ansiedelung verschiedener Blattpilze erst sekundär erfolgte und nicht als primäre Ursache anzusehen war. Letztere dürfte vielmehr in abnormen physiologischen Verhältnissen zu suchen sein.

Uzel[1]) berichtet über das Auftreten von Krankheiten und Feinden der Zuckerrübe in Böhmen in den Jahren 1915 und 1916. Ritzema-Bos[2]) beschäftigt sich mit den im Jahre 1914 in Holland aufgetretenen Feinden der Zuckerrübe und Lind, Sophie Rostrup und Kølpin Ravn[3]) heben die im Jahre 1916 in Dänemark beobachteten Rübenschädlinge hervor. Lind[4]) bringt eine Literaturauslese zur Frage der Kunstdünger als Schutzmittel gegen Pflanzenkrankheiten und Schädlinge und wird in dieser Zusammenstellung auch auf die Rübe Bezug genommen. Schließlich sei noch hervorgehoben, daß Daude[5]) in einer Zusammenstellung auf diejenigen chemischen Mittel hinweist, die auf Grund der Patentliteratur in den letzten 10 Jahren zur Vertilgung von Pflanzenschädlingen bekannt geworden sind.

Referate.

Gertz, Otto, och **Naumann, Einar,** Vegetationsfärgningar i äldre tider. I. Biologiskt-historiska notiser. (Botan. Notiser. 1916. p. 145—162.)

In der Univ.-Bibliothek zu Lund liegt in einer Handschriftensammlung, die vom Prof. Kilian Stobaeus herrührt, ein lateinisch verfaßter Bericht, betitelt: „Brevis fidaque relatio de aqua, in duabus paludibus pagi Willie australis, die 21 Decembris Anni 1745, rubicunda visa et detecta.“ Der Autor dieses Berichtes ist Pfarrer Ledebur zu Villie. Das Dokument wird im lateinischen Originale wiedergegeben und die schwedische Übersetzung beigefügt. Es ist so genau verfaßt, daß Naumann nach Ermessung aller Umstände darauf geführt wurde, es handle sich um eine Hochproduktion von Purpurbakterien, die am genannten Tage unter einer dünnen Eisdecke auftrat. Das Wasser roch „wie nach faulenden Himbeeren.“ Ein solcher Fall scheint neu zu sein.

Matouschek (Wien).

Kühl, Hugo, Die bakteriologische Untersuchung des Trinkwassers. (Zeitschr. f. öffentl. Chem. Bd. 23. 1917. S. 23—42.)

Zwischen der Probeentnahme des Wassers und der Untersuchung kann die Zahl der Keime sehr stark zunehmen. Die Vermehrung hängt da ab vom Gehalt des Wassers an organischer Substanz, von der Temperatur und der verschiedenen Zeitdauer zwischen Entnahme und Untersuchung. Man kühle die Flaschen durch Eis beim Transport ab. Die Probeentnahme soll stets ein Sachverständiger vornehmen. Die Anlage und Beurteilung der Platten wird besprochen. In einer Tabelle werden die Wachstumserscheinungen der

---

[1]) Zeitschr. f. Zuckerind. in Böhm. Jahrg. 41. 1917. S. 231 u. Jahrg. 42. 1917. S. 228.

[2]) Bos. Instit. v. Phytopathol. te Wageningen. J. 1914. Wageningen 1917.

[3]) Tidsskr. f. Planteavl. Bd. 24. 1917. p. 239.

[4]) Kopenhagen 1917.

[5]) Blätt. f. Zuckerrübenb. Jahrg. 24. 1917. S. 117, 128 u. 154.

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

wichtigsten Krankheitserreger verzeichnet: Bact. coli, B. paratyphi, B. typhi, B. enteritidis, B. Shiga-Kruse; Substrate: Milch, Lackmusmolke, Peptonwasser, Nährbouillion, Gelatinestich, Schrägagar, Traubenzucker-Neutralrotagar, Kartoffel. Die Gelatinestichkultur muß für den Fall einer Beanstandung aufbewahrt werden; die Schrägagarkultur kann zur Wiederholung der Agglutination verwendet werden.

Matouschek (Wien).

Nelson, B. E., Unmittelbare mikroskopische Zählung von Bakterien im Wasser. (Journ. Americ. Chem. Soc. Vol. 39. 1917. p. 515—523.)

Gibt man zu einer gegebenen Wassermenge etwas Zinkvitriol und dann etwas Na(OH), so werden die Bakterien konzentriert; das entstehende Zinkhydrooxyd reißt sie nieder. Der Niederschlag wird abzentrifugiert, das Hydrooxyd des Zinks durch eine konzentrierte Lösung von Chlorammonium gelöst, die befreiten Bakterien mit Methylenblau oder Carbolfuchsin gefärbt und die mikroskopische Zählung in einer Zählkammer vorgenommen.

Matouschek (Wien).

Sachse, Marg., Untersuchungen über die Bedeutung des Coli-Nachweises im Wasser und der Eijkmanschen Methode. [Dissertat.] 8⁰. 31 S. Berlin 1915.

Mag auch die morphologische Natur der Colibazillen schwanken, so sind doch als „Standardforderungen“ folgende Eigenschaften zur Diagnose erforderlich:

1. Kurzstäbchen von wechselnder Form, manchmal nur von Kokkengröße. Meist träge beweglich. Durchaus Gram negativ.
2. Gelatine nicht verflüssigend.
3. Traubenzucker unter Gasbildung vergärend.
4. Milch unter starker Säuerung und weitaus in den meisten Fällen innerhalb 5 Tagen zur Gerinnung bringend.
5. Neutralagar unter Gasbildung zerreißend und oft entfärbend.

Aus den neueren Literaturangaben ist zu ersehen, daß die Ansichten über die Verwendbarkeit des Colinachweises sowie über den Wert der Eijkmanschen und der Zählmethode sehr auseinander gehen. Bei der Eijkmanschen Methode wird eine abgemessene Menge Wasser in einem Gärungsröhrchen mit einer Peptonzuckerlösung gemischt und 1—2 Tage bei 46⁰ im Brutschrank gehalten. Nach dieser Zeit kann man die Anwesenheit der durch Coli bedingten Gasbildung erkennen und abmessen. An der Hand einer großen Anzahl Wasserproben verschiedenster Herkunft untersuchte Verf. einige mit diesen Methoden in Zusammenhang stehende Fragen und kam zu folgendem Ergebnis.

Nach wie vor ist die Methode des Colinachweises, wenn auch nicht unbedingt zuverlässig, doch nicht zu verwerfen. In einer großen Zahl von Fällen wird man unbedenklich die Beurteilung eines Wassers mit Rücksicht auf den Coligehalt von dem Ausfall der Eijkmanschen Reaktion abhängig machen können. Ihre Zuverlässigkeit wird noch durch Filtration mittels Berkefeldfilter erhöht. Daß auch Paratyphus und Faecalis alcaligenes positiven Eijkman zeigen, spielt bei der Anwendung der Methode zur Wertschätzung des Wassers keine Rolle. Ob aber die Anwesenheit der Colibazillen an sich die Genußfähigkeit eines Wassers ausschließt, ist immerhin zweifelhaft. Die Keimzählmethode kann als Ersatz für Eijkman nicht gelten, da aus der Zahl der Keime nicht hervorgeht, wieviel von ihnen pathogen sind. Unerläßlich zur Beurteilung eines Wassers ist nach wie vor in jedem Fall die Besichtigung an Ort und Stelle, weil sie allein über die Möglichkeit und die Quelle etwaiger Verunreinigungen Aufschluß geben kann. Grießmann (Halle).

Minder, Leo, Zur Hygiene des Züricher Süßwasserwerkes (Vierteljahrsschr. d. Naturf. Gesellsch. Zürich. Jahrg. 63. 1918. Sitzungsber. S. 31—34.)

Seit Jahrzehnten ist die Stadt Zürich zum Teil auf Zürichseewasser als Trinkwasser angewiesen. Der unterste Zürichsee ist deutlich verunreinigt; er ist nach Verf. ein Chironomussee, während der obere See sich etwas dem Tanytarsustypus (im Sinne Thienemanns) nähert. Die Wahl einer Entnahmestelle im Seebecken ist nicht belanglos; die Infektionsgefahr muß ein Minimum werden. Die Fassungsstelle des neuen Seewasserwerkes liegt in 350 m Uferentfernung und 30 m Tiefe bei 50 m Seetiefe, von nahen Schmutzwassereinläufen weitgehend geschützt. Für diese Stelle lassen sich im Verlaufe des „Seejahres“ zwei ziemlich scharf trennbare, hygienisch ganz verschieden zu bewertende Zustände unterscheiden, die Verf. als Sommerzustand und Winterzustand bezeichnet. Beide stehen primär im Zusammenhang zur Dauer und Intensität der Sonnenbestrahlung. Über den Sommerzustand: Maximale Sonnenscheindauer bei maximaler Intensität. Überlagerung des kälteren Tiefenwassers durch Oberflächenwasser; in den obersten Schichten entsteht die Sprungschicht, die durch die Tag- und Nachtoscillationen von Ein- und Ausstrahlung ihr spezifisches Gepräge erhält. Die bakteriziden Wirkungen der kurzwelligen Sonnenstrahlen äußert sich darin, daß der Bakteriengehalt des Seewassers sich sehr niedrig, innerhalb von wenigen Hunderten im ccm hält. Die Colibakterien werden auch in den obersten Schichten rasch abgetötet. Der Sauerstoffgehalt nimmt über die Stagnationszeit kontinuierlich ab, weil Belüftung durch O-reiche Zuflüsse fehlt, das O-produzierende Phytoplankton sich in den oberen Schichten entfaltet und dennoch eine ständige O-Zehrung da ist. Die Fassungszone ist also im Sommerzustand geschützt, die Sprungschicht stellt einen regelrechten Abschluß nach oben dar. — Über den Winterzustand: Nächtliche Wärmeausstrahlung die tägliche Einstrahlung übersteigend, die Seeoberfläche kühlt sich ab. Infolge der verminderten Strahlungsquantität eine eminente Bakterienvermehrung in den obersten Wasserschichten. Die Bakterienmengen werden durch die Strömung in wolkenartigen Schwärmen nach der Tiefe vorgeschoben, so daß an der 30 m tiefen Fassungszone Mitte November die Keimzahl einen spontanen Sprung auf gewöhnlich viele Tausende macht. Hohe Colizahlen und hoher O-Gehalt. Vom Mai an geht der Winterzustand, der also ein recht bedenklicher ist, allmählich in den anderen über. Dies beweist die Typhusepidemie 1880. Der Filterbetrieb muß sorgfältig überwacht werden. — Das Züricher Seewasser wird durch das System der langsamen Sandfiltration mit Vorfiltration filtriert, wobei eine Wassersäule von 1—2 m in 24 Stunden den Horizontalschnitt des Filters durchläuft. Die Vorfilter entfernen das Plankton, die Reinfilter reduzieren den Bakteriengehalt mit großer Gleichmäßigkeit auf im Durchschnitt 10 Bakterien im ccm. Allwöchentlich erfolgt die Keimzählung. Im Filtermaterial wurden nie Organismen gefunden, die als Bakterienvertilger in Frage kämen, also hat der Sandfilter rein mechanische Wirkungsursachen. Die Züricher Sandfilter sind tote Körper.

Matouschek (Wien).

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

Kranz, W., Über Boden-Filtration, Lage und Schutz von Wasserfassungen mit besonderer Berücksichtigung militärischer Erfordernisse. [Inaug. Diss.] 8°. 30 S. München 1917.

Alle Fragen über das Thema können nur auf geologischer Grundlage einwandfrei durchgeführt werden; von ausschlaggebender Bedeutung ist die Beschaffenheit des natürlichen Bodenfilters und der Grundwasserverhältnisse. Da ist zuerst der Filtrationseffekt des Grundwassers (G. Kabrhel) zu berücksichtigen: Es kann schon 1,5 m unter der Oberfläche des Rasens keimfreie Schichten geben, in Berlin aber erst bei 4—5 m Tiefe. In einem Waldgelände mit Diluvialsand sank die Keimzahl bis 1—2 m Tiefe rasch, stieg aber beim Vordringen in größere Tiefen wieder an und enthielt bis 5 m Tiefe noch viele Bakterien. Hohe Keimzahlen zeigen Waldgebiete (bis 281 680), Boden in der Umgebung der Wurzeln ist überhaupt reich an Keimen. Während pflanzloses Gelände bis 0,5 m Tiefe sehr wenige Mikroben besitzt, hat ein Wiesen- oder Ackergelände viel mehr solcher. 1—2 m Tiefe unter Sandboden gibt es keine Keime, 1—1,5 m Tiefe unter fetten, plastischem Tone fast keine. Man muß bei solchen Böden im Kampfgelände aber viel tiefer gehen, da der Boden durch die Granaten usw. durchwühlt ist; andererseits gibt es im Lehm in Trockenperioden Sprünge bis 2 m Tiefe. — Genügend gereinigtes keimfreies Grundwasser findet man in den durchlässigen Flußablagerungen erst bei 5 m Tiefe, ja in den Schützengräben und den Lagern von Truppen erst bei 8 m Tiefe, da mit Abortwässern zu rechnen ist. Je näher in einem Dorfe der Brunnen der Jauchegruben zuliegen, um so gefährdeter ist der Brunnen. Die Brunnen unterhalb des Dorfes (mit Rücksicht auf den Lauf des Baches oder Flusses) führen meist schlechtes Wasser. Stark zerklüftetes Gestein (Kalksteine) erheischt größte Vorsicht, da das Wasser viele km weit in den Klüften und zwischen den Schichten fließen kann, ohne daß es filtriert wird; in solcher Gegend müssen Gräber, Jauche- und Abortanlagen nur in lehmig-tonigen Deckschichten angelegt werden. In wagerechter Richtung darf als äußerste Grenze des Filtrationseffekts 50 m Entfernung zwischen einer oberhalb von der Wasserentnahmestelle (im Sinne des Grundwasserstromes) gelegenen Abwasser- oder Abortgrube angenommen werden. Bei Trinkwasserfassungen in der Nähe von Bach-, See- und Flußufern achte man auf die neutrale Zone zwischen der offenen Wasserfläche und der Grundwasserentnahmestelle. Für die Anreicherung von Grundwasser ist die Bodenfiltration noch viel wichtiger. Bei dem A. Thiemschen Verfahren (Erzeugung künstlichen Grundwassers) ist die Wirkung um so besser, je gleichmäßiger das Bodenkorn ist und die Infiltration erfolgt. Nach Scheelhaase ist das Mainwasser bei Frankfurt in der Entfernung von 130 m bei 3 m Infiltrationstiefe frei von Keimen, Geruch, Geschmack, Färbung und organischen Bestandteilen. Anreicherung von Grundwasser kommt im Stellungskriege nicht vor, da es genug Wasservorräte gibt. Matouschek (Wien).

Hentschel, Ernst, Biologische Untersuchungen über den tierischen und pflanzlichen Bewuchs im Hamburger Hafen. (Mitteil. a. d. Zool. Mus. Hamburg. Beih. z. Jahrb. d. Hamburg. wissenschaftl. Anst. Bd. 28. Jahrg. 33. 1916. S. 1—172. 2 Taf. u. 11 Tab.)

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

Auf Grund ausgedehnter, zum großen Teile statistischer Untersuchungen wird eine eigenartige Lebensgemeinschaft beschrieben, das sessile Benthos eines Stromes, der Elbe im Hamburger Hafen. Es hieß, die verschiedenen Teile des Hamburger Hafengebietes biologisch zu kennzeichnen, besonders in Hinsicht auf den Einfluß der Abwässer, der Elbe zugeführt, und auf die Ausdehnung ihrer Einwirkung im Strom. An acht Stationen wurde gearbeitet. — Methoden: Abkratzen der Wände und Pfähle in der Zone zwischen dem Niedrigwasser und dem Boden. Um eine unmittelbare Anschauung des Bewuchses auf seiner Unterlage zu erzielen, hängte Verf. Schieferplatten ins Wasser, die dann von den Organismen besiedelt wurden. Was diese Platten für makroskopische oder mit der Lupe erkennbare Organismen leisteten, wurde in bezug auf das mikroskopische Benthos durch ausgehängte Objektträger erreicht, die nach der Besiedlung unmittelbar unter das Mikroskop gelegt werden konnten. Eine Gruppierung der einzelnen Wuchsformen wird entworfen:

I. Metazoenformen: Cordylophoraform (Hydroiden), entsprechend der Baumform unter den Pflanzen, nähert sich der Buschform. Plumatellaform (Bryozoen), Wuchsform buschartig. Spongillaform, verzweigt, an Kakteen erinnernd. Ephydatiaform (Spongien), polsterförmig. Hydraform mit massiger ungestielter Gestalt, auch mit Kakteenformen unter den Pflanzen vergleichbar.

II. Protistenform: Epistylisform, umfassend die baumförmig verzweigten Protozoen. Epistylis. Carchesium, Opercularia, Zoothamnium. Acinetaform: umfassend die meisten solitären Suctorien und Vorticelliden. Dendrosomaform: Buschform unter den Protozoen, mit Dendrosoma-Arten (Suctorien). Stentorform, entsprechend der Hydraform unter den Metazoen. Cladothrixform mit „grasartig" wachsenden Eisenbakterien Crenothrix und Clonothrix. Chlamydothrixform (Eisenbakterie mit regellos gewundenen und verschlungenen Fäden, mit Lianen vergleichbar. Siderocapsaform, flechtenartige flache Krusten, mit Siderocapsa und Trichophrya. —

Bei der Kennzeichnung eines Bewuchses kommt es nicht gerade auf die beteiligten Arten an, sondern auf das Vorherrschen der einzelnen Arten und andererseits auf die charakteristische Beschaffenheit des Bewuchses. Mit Rücksicht auch auf die physiologische Unterscheidung ergaben sich folgende Typen des Bewuchses, die durch neuartige Bilder illustriert werden:

1. Krustenförmiger Protistenbewuchs: Siderocapsa ist charakteristisch.
2. Rasenförmiger Protistenbewuchs mit Cladothrix und Crenothrix.
3. Bewuchs einzeln gestielter Protozoen: Suctorien mit den steifen Stielen, solitäre Vorticelliden, z. B. Vorticella campanula und auch Metacincta mystacina. Höhe des Bewuchses auch über 1 mm hinausgehend.
4. Polsterförmiger Protistenbewuchs mit Stentor (bes. St. coeruleus) und Ophrydium.
5. Buschartiger Protistenbewuchs mit Epistylis-Arten. Carchesium polypinum, oft ein Gemisch von diesen mit Zoothamnium und Opercularia.
6. Polsterförmiger Metazoenbewuchs von Plumatella fungosa und Spongien, auch Schneckenlaich.
7. Buschartiger Metazoenbewuchs mit Plumatella, besonders aber Cordylophora.
8. Muschelbewuchs mit Dreissena im Verein mit Spongien und Cordylophora.

Der Bewuchs ist örtlich verschieden, auch zeitlich veränderlich.

Im allgemeinen ergab sich folgendes: Im Hamburger Hafen bildet sich überall, wo das Wasser eine Fläche berührt, ein Bewuchs. Es beginnt eine Einwirkung des Wassers auf die Fläche der Besiedlung durch Ansiedlung lebender Zellen, von denen aus eine weitere „Belebung" der Fläche stattfindet, bis sie gleichsam von einer lebendigen Haut überzogen ist. Dieser Bewuchs befindet sich in einem stets labilen Zustande.

Im Bewuchse (in 1 m Tiefe oder darunter) fehlen chromatophorentragende Pflanzen fast ganz; die Hauptmasse der Organismen sind Vorticelliden und Suctorien nebst anderen Protozoen. Als neu wird beschrieben die Suctorie Trichophrya rotunda. Daneben sind Eisenbakterien sehr häufig: besonders Cladothrix dichotoma, deren Entwicklung Maxima im Herbst und Frühling hat und die bedeutende örtliche Unterschiede im wesentlichen gemäß dem Einflusse von Verunreinigungen des Wassers zeigt. Außerdem tritt Siderocapsa, Crenothrix (seltener) und Chlamydothrix (Maximalentwicklung in Juli fallend). Die Protozoen zeigen eine deutliche Abhängigkeit von der Temperatur, sowohl jahreszeitlich wie auch vielfach im einzelnen, jedoch die Suctorien weniger als die Vorticelliden. Sie zeigen ferner deutlich örtliche Unterschiede, wobei eine Abneigung der Suctorien gegen Verunreinigungen klar hervortritt. Der Zuwachs des Protozoenbewuchses geht anfangs schneller, später langsamer vor sich; der Bewuchs bleibt stets veränderlich. Die einzelnen Arten der Protozoen haben immer ein deutlich ausgeprägtes Maximum im Sommer und ein Minimum im Winter, im übrigen sind sie biologisch wesentlich verschieden in bezug auf Jahreszeiten, Wasserverunreinigung und -bewegung. Die Vermehrung der Vorticelliden erreicht ihre größte Intensität oft erst nach dem Zeitpunkte der maximalen Individuenzahl. Die Unterschiede der Volksstärke zwischen Hochsommer und Winter sind sehr bedeutend. — Die senile benthonische Lebewelt unterscheidet sich vom Plankton durch ihre andersartige Zusammensetzung, durch die geringere Mannigfaltigkeit der Formen, die konstantere Lage der Produktionsmaxima und die genauere Abhängigkeit von der Temperatur. Die neuangewandte Methode des Verfs. wird bei Vergleichen mit anderen Stationen und für spätere Zeitabschnitte sicher gutes leisten; die Ursache der Unterschiede liegt vor allem im Einfluß von Verunreinigungen des Wassers. Diesbezüglich hat Verf. selbst einen stromlosen und den Tiden entzogenen Seitenarm der Alster, den Isebeckkanal, studiert. Als wesentliches Merkmal des Hamburger Hafens muß der starke, regelmäßige Wechsel des Wasserzustandes an jedem einzelnen Orte angesehen werden. Des Verfs. Methode läßt bei solchen Vergleichen auch ökologische und geographische Ziele zu. Ökologisch würde sich z. B. die Eigenart gewisser Gewässer, ähnlich wie das beim Plankton möglich ist, feststellen lassen. Dauer und Intensität von Vermehrungs- und Entwicklungsvorgängen, Bedingungen der Ansiedlung seniler Organismen, Einflüsse von Salzgehalt, Temperatur und Licht, Verunreinigung und ähnliche Fragen dürften sich durch Modifikation der hier benutzten Mittel lösen lassen. Von geographischen Aufgaben, für deren Lösung sie von Nutzen sein könnten, soll hier nur das schwierige Problem der geographischen Verbreitung der Protisten und die Frage nach der Ausbreitungsfähigkeit der planktonischen Stadien sessiler Organismen im Meer erwähnt sein. Die Tafeln zeigen mit Schwämmen bewachsene Schieferplatten und Holzpfähle. — Die neuartige Arbeit bietet viel Interessantes für die Abwässerkunde, den Bakteriologen und Protistenforscher, andererseits auch für den Planktonforscher. In einem Nachtrage (l. c. p. 173—176) betitelt: Über Carchesium polypinum (L.) und Carchesium lachmanni Kent., kommt Verf. über diese in der Abwasserliteratur oft genannten Protozoen zu folgendem Resultat: C.

lachmanni ist unzureichend bekannt und wohl keine selbständige Art. Die von Mez so genannte Art ist wohl eine andere Art. Was Verf. C. polypinum nennt, ist trotz gewisser Abweichungen zu dieser Vorticelliden-Art zu rechnen. Matouschek (Wien).

Fehlmann, J. W., Die Bedeutung des Sauerstoffes für die aquatile Fauna. (Vierteljahresschr. d. Naturf. Gesellsch. Zürich. Jahrg. 62. 1917. S. 230—241.)

Schon Kolkwitz und Marsson vermuteten im O_2-Gehalt den maßgebenden Faktor für das Verhalten vieler Tiere gegenüber organischer Verunreinigung. Verf. führte folgenden überzeugenden Versuch aus: Man gebe in eine Flasche ein größeres Quantum Planktonkrebse aus einem größeren See (der Schweiz), verschließe das Glas dicht und beobachte das Absterben des eingeschlossenen Planktons. Zuerst erstickt Bythotrephes, dann Leptodora, hernach Daphina; Diaptomus und Cyclops bleiben lange Zeit lebend. Zuletzt bleiben Cyclops nebst Nauplien am Leben. Geht der Flascheninhalt in stinkende Fäulnis über, so bleibt Cyclops viridis noch ganz munter. Es gibt also ein graduelles Verhalten gegenüber dem O_2-Schwund. Die Angaben in der Literatur und weitere eigene Studien führen den Verf. dazu, folgende Übersicht aufzustellen:

a) Euryoxybionten, Organismen mit großer Reaktionsbreite auf O-Veränderungen (Meso- und Oligobionten);

b) Stenooxybionten, Organismen mit geringer Reaktionsbreite auf O-Veränderungen.

α) Polyoxybionten, gebunden an ständig hohen, der Sättigung nahen O_2-Gehalt. Sie erfordern einen Gehalt von etwa 4 ccm L. im Minimum, z. B. Halesus auricollis, Planaria alpina, Perla Bythotrephes, Spirochona, Dendrocometes.

β) Anoxybionten, die unter völligem Ausschluß von O (analog den anaëroben Bakterien) leben.

Hierher gehören die Organismen des Faulschwammes, die sapropelische Lebewelt, kurz jene Faunenbestandteile, die als Energiequelle an Stelle des Sauerstoffes Glykogen bzw. Paraglykogen benutzen. —

Sind die Rheophilen wirklich primär rheophil oder sind sie primär etwa nur oxyphil? Verf. bejaht die letztere Frage. — Bedeutungsvoll ist die Feststellung der Oxyphilie für die biologische Wasseranalyse. Einige Beispiele: Planaria alpina wird oft als ausgesprochenes Reinwassertier bezeichnet; Verf. fand sie aber sehr oft inmitten der Schmutzwasserzone des Davoser Landwassers. Dieses Wasser zeigt O_2-Sättigung trotz größter Verschmutzung. Das Tier lebt gut auf den Polstern der Abwasserpilze. Larven von Halesus auricollis (Köcherfliege) gehören nach Kolkwitz und Marsson zu den Oligosaprobien; trotzdem ist das Bachbett des Landwassers schon 80 m unterhalb der Kanalisation so dicht bewachsen mit den Larvengehäusen wie oberhalb des Einlaufes. Alle Oxybionten hat man auf ihr Verhalten gegenüber O_2 zu prüfen, man wird sich ihrer zur Analyse erst wieder bedienen können, wenn ihre übrigen Reaktionen unter strengster Berücksichtigung der O-Verhältnisse festgestellt sind. Die O_2-Verhältnisse müssen daher viel stärker bei künftigen hydrobiologischen Arbeiten berücksichtigt werden.

Matouschek (Wien).

Fischer, Herm., Beiträge zur Ernährungsphysiologie der Wasserpflanzen. (Arch. f. Hydrobiol. u. Planktonk. Bd. 10. 1915/16. S. 417—435).

Die Gründe der großen Unproduktivität vieler deutscher Teiche liegen wohl in ihrer Armut an tierischem Plankton, die selbst aber wieder aus der mangelhaften Zufuhr von geeignetem Nähr- bzw. Düngerstoffen sich erklärt. Der Stallmist oder ähnliches ist zur heterotrophischen Ernährung gewisser im Wasser lebender Organismen (besonders der Fäulnisbakterien) hervorragend geeignet. Dieser Art von Ernährung von Planktonorganismen steht die pflanzenautotrophe gegenüber, auf die die ganze Welt der grünen Wasserpflanzen ausschließlich angewiesen ist. Im stehenden Wasser kann kein N-Minimum eintreten, wenn die übrigen Pflanzennährstoffe im Wasser vorhanden sind. Dagegen ist nach Erfahrungen des Verf. ein Phosphorsäureminimum meist nachweisbar. Eine Düngung mit Phosphorsäure hebt die Assimilation der Wasserpflanzen, die im Wasser an Erdalkalien gebundene CO_2 wird stark verbraucht. Glasversuche des Verf. stellten fest, daß auch ganz unabhängig vom Boden durch Symbiose von N-sammelnden Bakterien und Sumpfpflanzen ohne N-Düngung entsprechende Mengen von Luftstickstoff festgelegt werden. Die Wasserpflanzen sind die geeignetsten Wohnplätze für N-sammelnde Bakterien; durch ihre Vermittlung kommt der tierische Nährstoff (Eiweiß) in das Wasser hinein. Diese Pflanzen können den Wassertieren im lebenden Zustand als Nahrung dienen. Im vollendetsten Maße aber findet die Ausnützung der pflanzlichen Substanz im Zustande des Zerfalls statt. Die damit zusammenhängende enorme Fäulnisbakterienproduktion schafft Protozoen und kleinen Krebsen die zusagende Nahrung, und es gewinnt so Pflanzenentwicklung und -zerfall über einige Zwischenstufen mittelbar Anteil an der Entstehung der Fischnahrung in unseren Gewässern. Die reichen Pflanzenbestände an weichen, zufallenden Formen wird uns zuletzt ein Indikator für die Produktivität der Gewässer überhaupt.

Matouschek (Wien).

Miyoshi, M., Über das Leuchtwasser und dessen Schutz in Japan. (Bot. Magaz. Tokyo. Vol. 29. 1915. S. 51—53. 1 Taf.)

Wie im Fichtelgebirge und an anderen Orten Deutschlands, so fand Verf. auch an mehreren Stellen in Japan das sog. „Leuchtwasser". Der goldige Glanz der Wasseroberfläche tritt nur im zerstreuten Lichte deutlich hervor; bei starker Besonnung wandern die Chromatophoren in der Algenzelle. Dies hat zur Folge, daß der Ton dann ein weißlich-gelber wird. Die Ursache ist bekanntlich die Chrysomonadine Chromulina Rosanoffii. Sie ist in Japan häufig, aber nur selten an einem Orte in Massen vorhanden. Verf. schlägt vor, diese Orte zu schützen. Matouschek (Wien).

Düggeli, M., Über bakteriologische Beobachtungen am Ritomsee-Wasser. (Verhandl. d. Schweizer. Naturf. Gesellsch. Zürich. 99. Jahresversamml. 9.—12. September 1917. 1918. S. 10—30.)

Der Tom- und Cadagno-See und ihre Zuflüsse waren 1916 sehr keimreich; im 1. See fand man 5040, in der Murinacsia 3810 Keime pro ccm. Bezüglich des Ritom-Sees ergab sich 1916 folgendes:

Oberfläche des Wassers, 12,7 m, pro 1 ccm mehrere Hundert Keime. Keimreichste Zone (2000 Keime), 12,7 m, rote Schwefelbakterien, reich an Organismen, die beim Übertritt in den H_2S-haltigen Teil des Sees nicht weiter sinken. Keimfreie Zone, bei 15 m, keine züchtbaren Spaltpilze. Gehalt von H_2S in mg pro 1 ccm Wasser in 10 m 0; 12,5 m 0; 13 m 6,1; 13,5 m 19,4; 15 m 22,5; 30 m 30,5; 32,5 m 30.1

Kulturen aus dem unteren Teil des Sees bleiben steril, da H_2S giftig für die Bakterien wirkt. Tiefenwasser wirkte auf Kulturen von B. fluorescens und B. violaceum nach 30 Minuten, auf solche von B. punctatum nach 60 Minuten tötend. — Frühjahr 1917 hatte man durch einen Stollen, dessen Mündung 26 m unter der Oberfläche lag, den See soweit abgelassen, daß sein Niveau 24 m tiefer sank. Der Stollen wurde dann geschlossen, der See füllte sich. Es traten dabei Mischungen des Wassers auf; das Tiefenwasser war nicht mehr so reich an H_2S, daher bei 30 m nicht steril, natürlich aber bakterienärmer als weiter oben. Matouschek (Wien).

Namyslowski, B., Les microorganismes des eaux bicarbonatées et salines en Galicie. (Bull. internat. de l'acad. d. sc. de Cracovie, cl. math.-nat., Sér. B. 1914. p. 526—544, av. 2 planch.)

1. In kalkhaltigen Gewässern, vor allem in Quellen, fand Verf. als häufigste Diatomeen die Navicula mesolepta Ehrbg., ferner Achnanthes lanceolata Bréb. u. A. microcephala Ktz. Bei der ersteren Art und bei Stauroneis anceps Ehrenbg. fand er auch Anomalien. Die wichtigsten Eisenbakterien waren: Galionella ferruginea und Chlamydothrix ochracea.

2. In oberirdischen salzhaltigen Quellen des Gebietes fand man stets vor die Algen: Navicula salina, peregrina, mutica, Achnanthes brevipes, Nitzschia apiculata, frustulum, vitrea, dubia, Pleurostauron Smithii, Amphora salina, Gyrosigma Spenzeri, Oscillatoria brevis. — Bei Achnanthes wurde eine Anomalie gesehen. In einer einzigen Quelle (bei Kaczyka) fand Verf. zwei noch unbekannte Bakterien, nicht verzweigt: Das eine ist 19—92 μ lang und ähnelt der Galionella ferruginea (Centralbl. f. Bakt. XIX., Fig. I/6, 20b), das andere ist bis 360 μ lang und 1,30 μ breit, an beiden Enden aber abgerundet; die Vermehrung und Kulturen unerforscht.

3. In unterirdischen Salzquellen (Kalusz, Bochnia, Wieliczka) fand Verf. außer anderen noch nicht studierten Bakterienformen stets Bacterium salinum Namki. B. vesiculosum.

4. Verschiedene Studien: Es wird der vollständige Entwicklungsgang des Flagellaten Amphimonas polymorphus Namki. und ein vollständiger von A. angulatus Namki. angegeben. Die Anpassung des Pilzes Oospora salina Namki. (bisher nur an einer Stelle im Bergwerke von Wieliczka gefunden) an schwache Lösungen von NaCl wird studiert. Interessant ist der große Polymorphisus des Bacterium salinum Namki.; die verschiedenen Formen sind farbig dargestellt. — Die Verbreitung der Mikroorganismen in den kalk- und salzhaltigen Wässern wird tabellarisch fixiert. Matouschek (Wien).

Kolkwitz, R., Über die Schwefelbakterien-Flora des Solgrabens von Artern. (Ber. d. Deutsch. Botan. Gesellsch. 1918. S. 218—224.)

Im Solgraben von Artern finden sich an ruhigen Stellen, namentlich hinter Ruppiabeständen, zahlreiche, schwarzes Schwefeleisen enthaltende Flecken, die von einem mehr oder weniger zusammenhängenden, weißen Schleier, bestehend aus der marinen Beggiatoa mirabilis Cohn, überzogen sind. Es ist dies die 1. binnenländische und neben der Kieler Bucht

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

die 2. Fundstelle überhaupt. Zwischen der Beggiatoa mirabilis finden sich noch Beggiatoa alba var. marina Cohn = B. marina Molisch, Thiophysa volutans Hinze, Monas fallax Warming und dazwischen isolierte Schwefelkörnchen. In einem schwächer salzigen, stagnierenden Parallelgraben zur Sole wurden rote Stellen, von Chromatium herrührend, ferner Thiospirillum, Beggiatoa alba, Thiothrix, Thiodictyon, Oscillatoria chlorina beobachtet, daneben vereinzelt Spirochaete spicatilis Ehrbg. und Oscillatoria albida Kolkwitz.

Neben ausführlichen Angaben über die chemische Zusammensetzung des Grabens macht Verf. auch noch nähere Angaben über die hier sekundäre Entstehung des H_2S unter Mitwirkung des marinen, streng anaëroben Sulfatzerstörers Microspira aestuarii van Delden sowie über das Zustandekommen der schwarzen Schwefeleisen-Flecken. Eine ausführliche Literaturausgabe folgt der Arbeit. Grießmann (Halle).

Coupin, H., Sur la résistance à la salure des Bactéries marines. (Compt. Rend. Ac. Sciens. T. 160. 1915. p. 443—448.)

Reinkulturen von aus Meereswasser isolierter Bakterien legte Verf. in 1 proz. peptonisiertem Süßwasser an, das mit wechselnden Mengen NaCl versetzt wurde. Die Bakterien ertragen einen innerhalb sehr weiter Grenzen variierenden NaCl-Gehalt des Wassers; sie halten einen Gehalt von 8—16 Proz. Kochsalz aus und andererseits begnügen sie sich mit einem solchen von 0,2—0,3 Proz. Die Erhöhung des Salzgehaltes hemmt die Loslösung der einzelnen Glieder, die Länge derselben wird erhöht, ihre faserigen Formen stark vermehrt und gelegentlich werden sie in eigentliche Spirillen verwandelt. Stets nimmt man eine wesentliche Verzögerung der Entwicklung wahr.

Matouschek (Wien).

Brandt, K., Über den Nitratgehalt des Ozeanwassers und seine biologische Bedeutung. (Nova Acta. Abhandl. d. ksl. Leop.-Carol. Deutsch. Akad. d. Naturf. Bd. 100. Halle 1915. S. 56.)

Im offenen Ozean (zwischen 50° s. und 35° n. Br.) ist in einer bestimmten intermediären Schicht von etwa 800 m Tiefe der Nitrit- und Nitratgehalt am höchsten. Diese eigenartige Erscheinung wird erst erklärt werden können, wenn man weiß, wie, wo und unter welchen Umständen Nitrate und Nitrite im Meer gebildet werden. Vorläufig ist das für den offenen Ozean noch unbekannt. Die Untersuchungen des Verf.s und Baur's haben in Bodenproben der Kieler Bucht bei geeigneter Kultur nitrifizierende Bakterien ergeben; für den offenen Ozean sind sie noch aufzufinden. Nicht durch anorganische Prozesse, sondern durch lebende Organismen wird (wie im Süßwasser) Ammoniak oder auch Albuminoid-Ammoniak in Nitrit und Nitrat umgewandelt. Bei den Fäulnisprozessen entstehen infolge der Lebenstätigkeit von Bakterien aus Eiweißstoffen und anderen N-haltigen organischen Substanzen Ammoniakverbindungen. Es müßten also im wesentlichen diese Stickstoffverbindungen im Meere vorhanden sein. Das nahm man auch irrtümlicherweise bis zum Anfange dieses Jahrhunderts an. Die Untersuchungen des Verf.s zeigen aber, daß im offenen Ozean in allen Teilen Ammoniak und Nitrat vorkommen, von letzterem aber meist weit mehr. Der Ammoniakgehalt zeigt im allgemeinen keine nennenswerte Abhängigkeit von der Temperatur. Doch ist in hohen nördlichen und südlichen Breiten mehr Ammoniak als in niederen vertreten. Matouschek (Wien).

Brandt, B., Beobachtungen über Meeresleuchten. (Die Naturwissensch. Bd. 4. 1918. S. 161—162.)

Eigene Beobachtungen des Verf. (243 Seefahrtstage) ergaben folgende Formen des Leuchtens außerhalb des Schiffsbereiches:

1. Flächenhaft, diffus über Streifen des Meeresspiegels ausgebreitet, hervorgerufen durch massenhafte kleinste Organismen, Leuchtbakterien, Infusorien — oft. Es erglänzen meist nur Stellen stärker bewegten Wassers, die Kämme und das Brandungswasser;
2. punkt- oder fleckförmig, durch größere Tiere (meist Medusen) verursacht — selten;
3. ein Gemisch beider Formen — oft.

Die Stärke des Meeresleuchtens ist nur subjektiv und daher schwer abzustufen. Verf. unterscheidet:

a) schwaches Leuchten;
b) ein sanftes, doch deutlich wahrnehmbares Phosphoreszieren;
c) kräftiges Leuchten und
d) starkes Leuchten (magische Naturerscheinung). Es findet nur in den Tropen und in mittleren Südbreiten statt.

Bei Seegang 0 (= glatte See): nie ein Meerleuchten zu beobachten;
„ „ 1 u. 2 (= sehr ruhige und ruhige See): schwaches Leuchten (doch nicht stets);
„ „ 3 u. 4 (= leicht- und mäßigbewegte See) mit weißen Kämmen: mittelmäßiges bis starkes Leuchten;
„ 5 und höher (= grobe und gröbste See): kein Leuchten.

Die stärksten, schönsten und längsten Leuchten fanden in warmen Tropen (über 20° C) statt, hierauf folgte das winterkalte Wasser der peruanischen und der Benguelaströmung (7,7—12,5°) und der kühle Stromfaden an der Küste S.-Brasiliens. Die Häufigkeit des Leuchtens ergibt sich aus folgender Tabelle:

	Sommer	Winter
Nördlich gemäßigte Breiten . . .	mäßig häufig	fehlend
Tropen	immer häufig	
Südlich gemäßigte Breiten	?	häufig

Hinsichtlich des Temperaturunterschiedes zwischen Luft und Wasser war eine begünstigende Wirkung mittlerer Grade bemerkbar, indem geringe Unterschiede nur mit schwachem Leuchten, größere mit starken einhergingen, während bei stärksten (mehr als 2°) das Leuchten fehlte. Doch nehmen die Tropen mit ihren meist geringen Unterschieden eine Sonderstellung ein. Der Luftdruck war in allen Fällen hoch (fast stets über 760), die Bewölkung betrug in den meisten Fällen mehr als die Hälfte des Himmels; ja viermal leuchtete das Meer auch bei Niederschlägen. Das Leuchten schwankte bezüglich der Dauer zwischen wenigen Minuten und mehreren Stunden. In physiologischer Hinsicht ergab sich: leichter Seegang und hoher Luftdruck scheinen Voraussetzungen für den Eintritt des Meeresleuchten zu sein; begünstigt wird letzteres durch einen nicht zu hohen Temperaturunterschied zwischen Luft und Wasser. Da diese Faktoren gelegentlich auftreten, aber auch in bestimmten Regionen dauernd herrschen (hoher Luftdruck in den beiden atlantischen Antizyklonen, hohe Wassertemperatur in den Tropen, hohe Temperaturunterschiede im Bereiche der kalten Strömungen), so kann man vom geographischen Standpunkte aus regionale Leuchten von gelegentlichen unterscheiden, z. B. die häufigen tropischen Leuchten von den selteneren höheren nördlichen Breiten. Unter diesen wiederum lassen sich die periodisch gehäuften als jahreszeitlich bedingte von den vereinzelten, einer vorübergehenden Wetterlage folgenden aussondern. Zu jenen gehören die Sommerleuchten der europäischen Breiten, zu diesen die Leuchten innerhalb des im allgemeinen ungünstigen Kalmengürtels. Ein sehr eigenartiges Leuchten beobachtete Verf. am 26. Januar 1912 auf der Fahrt Amazonasmündung nach Madeira: Himmel fast ganz bewölkt, auf Deck eine Helle wie bei Mondschein, denn die Kämme der mäßigbewegten See gliederten das Meer in viele parallele hellweißleuchtende Streifen, die in der Ferne in ein schimmerndes Band zusammenflossen. Die dazwischen liegende ungebrochene See erstrahlte in mattmilchigem Glanze. Das Schiff schien im Mondlichte übergossenes Treibeis zu durchschneiden. Das Bugwasser glich wehenden grünlich leuchtenden Riesenfahnen, während die endlose Straße des tiefaufgewühlten Kielwassers wie ein grünlicher Schmelzfluß erglänzte, der das Auge blendete. Man hätte bei der Lichtfülle kaum die Lichter eines entgegenkommenden Schiffes sehen können. Die Erscheinung war gespenstisch, die Seeleute haben sie früher nie gesehen; sie begann kurz nach Mitternacht und klang erst mit Tagesanbruch allmählich ab und war also auf einer langen Strecke zu sehen. Die Wassertropfen ergaben zumeist Noctiluca miliaris und zylindrisch gebaute Infusorien.

Matouschek (Wien).

Hentschel, E., Ergebnisse der biologischen Untersuchungen über die Verunreinigung der Elbe bei Hamburg. (2. Beih. z. Jahresber. d. Hamburg. Wiss. Anstalt. Bd. 34. 1916. Hamburg 1917. S. 37—190.)

Die Ergebnisse der großen Arbeit sind: Man kann ein zusammenhängendes Verunreinigungsgebiet, das sich an die Sielmündungen von Hamburg und Altona anschließt, deutlich nachweisen. Anderweitige Verunreinigungen sind auch nachweisbar, treten aber an Bedeutung gegen diese ganz zurück. Die Verunreinigung ist im Kerne des Verschmutzungsgebietes „ziemlich stark“, die Merkmale der α-mesosaproben Zone von Kolkwitz und Marsson zeigend. „Mäßig“ ist sie im größten Teile des Hafengebietes und längs des Nordufers unterhalb Neumühlens, in den äußeren Teilen des Hafens „gering“ oder praktisch nicht nachweisbar. Durch gewisse Leitorganismen kann man folgende Zonen kennzeichnen, wobei sich auch bestimmte Lebensgemeinschaften zeigten:

I. von den St. Pauli-Landungsbrücken längs des Nordufers bis zur Landungsbrücke Neumühlen, doch nie über die Strommitte hinausgehend;

II. vom Baumwall bis Wittenbergen, oberhalb des Köhlbrandes nicht über das S.-Ufer;

III. von Rothenburgsort bis unterhalb der Wedeler Au, fast das ganze Hafengebiet einschließend, von der Köhlbrandmündung an aber nur wenig südlich vom S.-Ufer vorgeschoben;

IV. die Gebiete außerhalb dieser Grenzen.

Der Reichtum des Lebens in der Elbe läßt auf eine außerordentliche biologische Selbstreinigungskraft des Stromes schließen, doch läßt sich die Leistung der verschiedenen Lebensgemeinschaften für die Selbstreinigung bis jetzt nicht ermessen.

Das Verhältnis zwischen Selbstreinigungskraft und Zunahme der Verunreinigungen ist auch nicht sicher abzuschätzen, doch genügt diese Kraft unzweifelhaft für absehbare Zeit.

Gewisse bekannte Leitorganismen sind im Gebiete sehr selten:

Beggiatoa, Leptomitus lacteus, Vorticella microstoma, Anthophysa vegetans und Chironomidenlarven. Anthophysa ist aber als Reagens für Wasserproben in Aquarien zu brauchen. Gewisse Leitorganismen kommen nur in der Zone I vor: Sphaerotilus natans, Thiothrix, saprobiotische Oscillatoria-Arten, Lumbricillus lineatus. Carchesium lachmanni Kent. verhüllt als weißlichgrauer Überzug den grünen Cladophora-Bewuchs in dieser Zone. Andere Organismen (Cladothrix dichotoma, Anthophysa vegetans) kommen im ganzen Gebiete vor, stehen aber in ihren Mengenverhältnissen zu den Verunreinigungsgraden in Beziehung.

Matouschek (Wien).

Roth, O., Hygienische Betrachtungen über den Reinheitszustand der Limmat von Zürich bis Wettingen mit besonderer Berücksichtigung des Einflusses der Abwässer der Stadt Zürich. (Vierteljahresschr. d. Naturf. Gesellsch. Zürich. Jahrg. 62. 1917. S. 479—487.)

Limmat und Sihl werden schon im Gebiete der Stadt Zürich in unerheblichem Maße verunreinigt. Eine sehr starke Verschmutzung der Limmat findet bei der Einmündung der städtischen Kanalisation statt, eine viel geringere etwas flußwärts bei der Kübelwäscherei. Die Schmutzwässer mischen sich infolge der Einleitung am Ufer nur langsam mit dem Limmatwasser und können an der linken Flußseite schon bei oberflächlicher Betrachtung bis unterhalb der Hönggerbrücke verfolgt werden. Eine Geruchsbelästigung läßt sich zurzeit der Untersuchungen nur auf verhältnismäßig kurzer Strecke unterhalb des Kanaleinlaufes nachweisen, in größerer Distanz nur ausnahmsweise, infolge Schlammbankbildungen bei niederem Wasserstand. Viel weiter als die grobsinnlichen Verunreinigungen lassen sich die bakteriellen flußabwärts verfolgen. Selbst in Wettingen sind Keim- und Colizahlen höher, und zwar oft viel höher, als oberhalb der Einleitung der Züricher Abwässer. Hierzu mögen allerdings auch die Schmutzwässer der Zuflüsse unterhalb Zürichs beitragen, aber in viel geringerem Maße als die städtischen Schmutzstoffe. Der Einfluß derselben schwindet jeweilen flußabwärts bald wieder. Die heute noch zwischen Aborte und Kanalisation eingeschalteten Abortkübel, Fosses Mouras usw. halten einen Teil der Sink- und Schwimmstoffe zurück und tragen immerhin zur Hebung des ästhetischen Aussehens der Limmat bei; ein Teil der festen Stoffe geht aber doch in den Fluß. Eine moderne Reinigungsanlage zwischen Kanalisation und Vorfluter sollte noch aufgestellt werden. Bakteriologische, chemische und biologische Untersuchungen taten allerdings dar, daß der Limmat noch nicht zu den hochgradig verunreinigten Gewässern gehört.

Matouschek (Wien).

Precht, H., Die Abwässer aus der Kaliindustrie in Hinsicht auf die Volkswirtschaft und Ernährung. (Öffentl. Gesundheitspflege. Jahrg. 1. S. 393 ff.)

Die sehr wichtige Frage, ob und mit welchen Mitteln die Nachteile verhütet werden können, welche die Kaliindustrie den auf die Benutzung der Flußläufe angewiesenen, großen Interessentenkreisen zufügt, ist seinerzeit vom Kaiserl. Gesundheitsamte geprüft worden. Der vorliegende Bericht genannter Behörde ergibt, daß als Höchstgrenze, über die hinaus das Weserwasser an der Entnahmestelle in Hinblick auf seine Verwendung als Trinkwasser nicht mit Kaliabwässern angereichert sein darf, eine Gesamthärte von 20 Härtegraden und einen Chlorgehalt von 250 mg im Liter anzusehen ist. — Fußend auf diesem Satze, hat dann Precht diese Frage unter Zugrundelegen verschiedener Arbeiten weiter studiert und unter Anführen von Material aus den verschiedensten Örtlichkeiten auf den S. 395—396 eine tabellarische Zusammenstellung von Trinkwasser von 62 Städten mit mehr als 18° Gesamthärte gebracht. Hieran schließen sich Betrachtungen über die bleibende Härte und die Karbonathärte und, im Gegensatz zu der häufig geäußerten Ansicht, daß erstere nachteiliger als letztere sei, spricht sich Verf. nach seinen langjährigen Erfahrungen beim Gebrauche solcher Wässer für Industriezwecke dahin aus, daß Karbonathärte und bleibende Härte gleichwertig seien. Beim Gebrauche dieses Wassers für Haushaltungen sei aber in mäßigen Grenzen die bleibende Härte der Karbonathärte vorzuziehen, da letztere beim Kochen das Ausscheiden der sich in den Kochgefäßen anlagernden Kalkmassen veranlaßt, während die bleibende Härte indifferent ist. Auf das Weserwasser bei Bremen z. B. bezogen, rühren bei 19° Gesamthärte und 13° bleibender Härte 9° von den Kaliabwässern her. Dieser Härtezuwachs übt aber zweifelsohne nachteiligen Einfluß auf die Gesundheit der Verbraucher aus. — Vorliegende Arbeit ist in ihrer vielseitigen Nutzanwendung allen Interessenten zum Studieum zu empfehlen, da sie von großem volkswirtschaftlichen und gesundheitlichen Werte ist.

Rullmann (München).

Wittmann, Joh., Analyse eines Abwassers von einem Magnesitwerk. (Arch. f. Chem. u. Mikrosk. Bd. 9. 1916. S. 90—91.)

Der Radentheiner Riedenbach bei Millstadt wird stark durch den Abwasserkanal des Magnesitwerkes verunreinigt. Da in der Abwasserliteratur Analysen solcher Wasserproben noch nicht erschienen sind, hat Verf. eine solche hier veröffentlicht. Im Liter waren 11,48 g Schlamm, nach dem Abglühen gewogen. Außer den gewöhnlichen Bestandteilen fallen im Schlamm auf 1,75 Proz. Calziumoxyd und 13,17 Proz. Magnesiumoxyd, es überwiegen also die Magnesium-Verbindungen gegenüber dem Kalkgehalt. Das Wasser reagierte gegen Phenolphtalein alkalisch. Kein Wunder, daß das Wasser recht schädlich wirkt. Matouschek (Wien).

Schulz, Ferdinand, Untersuchungen über die Abwässer der Zuckerfabriken. (Zeitschr. f. Zuckerindustr. i. Böhmen. Jahrg. 93. 1918. S. 198—224.)

Die Ergebnisse sind:

Die Konzentration der erdigen Verunreinigungen im Abwasser hat keinen Einfluß auf die Geschwindigkeit und den Verlauf des Absetzens. Bei einer gegebenen Grundfläche des Beckens hat die Tiefe der zu klärenden Wasserschicht lehrgemäß keinen Einfluß auf den Kläreffekt; aus praktischen Gründen soll jedoch die Tiefe möglichst gering gehalten werden, sofern nicht Gefahr besteht, daß durch allzu rasch strömendes Wasser der abgesetzte Schlamm aufgewirbelt und abgeschwemmt wird. Der Kläreffekt eines Beckens wird durch die Größe der Grundfläche des durchflossenen Raumes und nicht durch seinen Inhalt bestimmt. Ohne Zusatz von Kalk oder sonstiger Fällungsmittel können praktisch nicht mehr als 80—85 Proz. der erdigen Verunreinigungen der Abwässer durch das Absetzen abgeschieden werden. Durch Zusatz von 0,01 Proz. CaO zum Abwasser werden bei allen Bodenarten 97—98 Proz. bei einer Flüssigkeitshöhe von 0,2 m in 20 Minuten abgeschieden. Die hierzu nötige Grundfläche der Klärbecken beträgt für je 1000 ccm der täglichen Abwassermenge 70 qm. Zur Klärung der Abwässer kann mit gleichem Erfolge auch $MgCl_2$ oder $FeSO_2$ mit der entsprechenden Menge von Ätzkalk verwendet werden. Das Humin wirkt bei geringem CaO-Zusatz (0,003—0,005 Proz. CaO) auf das Absetzen der erdigen Verunreinigungen direkt nachteilig, indem es die Geschwindigkeit des Absetzens stark verringert. Bei 0,01 Proz. CaO schadet es nicht mehr, zeigt aber auch keine Vorteile gegen die Ätzkalkverwendung allein. Die Diffussionswässer haben auf die Absetzung der erdigen Verunreinigungen der Waschwässer entweder keinen oder einen geringen günstigen Einfluß.

Matouschek (Wien).

Fehlmann, J. W., Die Selbstreinigung der Gewässer und die biologische Reinigung städtischer Abwässer. (Vierteljahrsschr. d. Naturf. Gesellsch. Zürich. Jahrg. 61. 1916. S. 277—296.)

Ein Rückblick über die Geschichte der Selbstreinigung des Wassers. Würdigung der Arbeiten von Th. Weyl (1897), von Pettenkofer und Prauswitz, Siegl und Graf, Lauterborn, Thienemann und andererseits Kolkwitz-Marsson. Letztere Forscher kamen zu ihrem „Saprobiensystem". Dieses bildet in seiner jetzigen, aber noch stark revisionsbedürftigen Gestalt einen recht brauchbaren Ersatz für das seiner allgemeinen Gültigkeit entkleidete bakteriologische Keimzahlensystem, und der Hydrobiologe ist an Hand der genauen Kenntnis der Saprobien imstande, ein Gewässer auf seine Reinheit zu prüfen, rascher und sicherer als der Chemiker und Bakteriologe. Diese biologische Wasseranalyse ist eine direkte Folge aus der richtigen Erkenntnis vom Wesen der Selbstreinigung. Gleich wichtig ist die Ausnützung der Selbstreinigung für die Beseitigung der so lästigen Abwässer (Hofers Reinigung der Abwässer durch Fischteiche). Diese Methode, praktisch im großen bei Straßburg ausgeführt, bewährt sich sehr gut. In hygienischer Beziehung stehen diesem natürlichen biologischen Reinigungsverfahren keinerlei stichhaltige Gründe entgegen.

Matouschek (Wien).

Gemünd, W., Über die Selbstreinigung des Wassers durch Protozoën mit besonderer Berücksichtigung des biologischen Klärprozesses. (Hyg. Rundsch. 1916. H. 15 u. 16.)

Bevor Verf. auf seine eigenen Arbeiten über obiges Thema eingeht, erwähnt er Resultate von Kißkalt, welcher angibt, daß ein großer Teil der Reinigungswirkung der Sandfilter auf Bakterienabtötung durch Protozoen beruht. Die eigenen Versuche Gemünds, welche er in Gemeinschaft mit Emmerich in München bereits 1903/04 begonnen hatte, bewiesen damals schon, daß das verblüffend schnelle Verschwinden von in natürliches, also nicht sterilisiertes Wasser eingesäten Typhus- und Cholerabazillen auf der Freßtätigkeit der Protozoen beruhe; beiden Autoren fiel diese noch neue Beobachtung um so mehr auf, als gerade das besonders reine Münchener Wasserleitungswasser nur etwa 4—5 Keime in 1 ccm enthält. Auch war das Vorkommen von Flagellaten in diesem reinen Wasser überhaupt damals unbekannt, sowie auch, daß die Einsaat genannter pathogener Bakterienarten zu einer so raschen Vermehrung der Flagellaten beitrage, daß in wenigen Tagen ihre Zahl auf Millionen in 1 ccm anstieg. Einige gegensätzliche Anschauungen von P. Th. Müller werden hier angeführt, auf welche hiermit nur verwiesen sei. — Durch mehrfache, auch unter geänderten Umständen ausgeführte Versuche bewiesen die Verff. die angegebenen Tatsachen, ebenso wie auch die Arbeiten von A. Rivai. Sehr wichtig ist, daß bei diesen Versuchen die zugesetzten pathogenen Bakterien, also die wasserfremden, von den Flagellaten vernichtet wurden während die eigentlichen Wasserbakterien erheblich zunahmen. Begründet wird dieses Verhalten dadurch, daß die Protozoen nach Vernichtung der zugesetzten und ihnen zur Nahrung dienenden pathogenen Keime an Nahrungsmangel zugrunde gehen, und hierdurch wieder Nährstoffe in das Wasser gelangen, welche zur Vermehrung der Wasserbakterien dienen. Erst erneute Einsaat von Typhuskeimen führt auch wieder zur Vermehrung von Protozoen. Eingehend begründet dann Gemünd die Unterschiede der Laboratoriumsversuche zu den Vorkommnissen in der Natur, woselbst lange Zeit durch die Strömungen Bakterien und Protozoen u. a. aneinander vorbeigeführt werden können, ohne daß eine Einwirkung zu beobachten ist. Es kann also nicht allein Tage und Wochen, sondern noch länger dauern, bis in das Wasser gelangte Keime restlos vernichtet werden. Infolgedessen können aber sie auch zu Infektionen durch solches Wasser dienen, wenn immer wieder neues Infektionsmaterial dazu kommt. Jedenfalls aber ist es der Tätigkeit der Protozoen zuzuschreiben, wenn in den Kulturländern Flüsse und Bäche nicht ständig verseucht sind und die zutretenden pathogenen Keime mit der Zeit schließlich immer zugrunde gehen.

Ganz besonders scheint aber bei der biologischen Abwässerreinigung eine günstige Einwirkung der Protozoen vorzuliegen, und führte Gemünd eingehende Studien an der Aachener Versuchskläranlage aus. So stellte er zunächst in den einzelnen Abschnitten der Kläranlage das Vorkommen verschiedenster Arten von zahlreichen Protozoen fest. Bereits im Abwasser des zuleitenden Kanals fanden sich solche, aber noch häufiger waren dieselben in die Rechen überziehenden, filzigen Massen, im Schlamm der Sandfänge und im Faulraum, in welchem sich hauptsächlich kleine Exemplare von Flagellaten und kleine Ziliaten fanden. Weitere Angaben über verschiedene Arten folgen an dieser Stelle. Die in München beonnenen Versuche setzte Gemünd in Aachen fort und prüfte wiederholt die Frage, ob die Protozoen auch gegenüber den im städtischen Kanalwasser so zahlreich vorkommenden Colibakterien dasselbe Verhalten zeigten wie gegenüber den als Testobjekt dienenden Typhusbazillen, wobei sich kein nennenswerter Unterschied ergab. Es zeigt sich, daß zwar auch einzelne Wasserbakterienarten den Protozoen zum Opfer fielen, aber in sehr erheblich geringerem Maße als die wasserfremden Coli- und Typhusbazillen. Wurden einer Coliaufschwemmung in sterilem Wasser größere Infusorienmengen aus der Schwimmdecke des Faulraums und den Tropfkörpern zugesetzt, so trat der Absturz der Keimzahlen schon nach 48—72 Std. ein. Dann aber verschwanden auch die größeren Ciliaten und später die Flagellaten. Aus hier anschließenden Erörterungen sei hervorgehoben, daß wohl kaum ein pathogener Keim die Klärkörper lebend verläßt. Wenn auch genauere Begründungen hierüber fehlen, geben doch neuere Arbeiten von Müller die Wahrscheinlichkeit dieser Anschauungen zu. Eingehend bespricht der Verf. einen hierüber gehaltenen Vortrag, in welchem er sich mit P. Th. Müllers Forschungen in Übereinstimmung befindet. Spätere Untersuchungen zeigten zur Gewißheit, daß tatsächlich eine Auswahl stattfindet und daß gewisse Arten der Wasserbakterien der Freßtätigkeit der Protozoen überhaupt nicht anheimfallen, wofür Versuche mit dem sehr keimarmen Münchener Leitungswasser sprechen, die direkt zu der Annahme führen, daß die Protozoen bezüglich ihrer Freßtätigkeit zwischen den eingesäten wasserfremden und wassereigenen Bakterien unterscheiden. Auch wurde nachgewiesen, daß eine Vermehrung der Protozoen dann eintritt, wenn man statt der Bakterien das filtrierte Produkt ihrer Autolysen zusetzt, da schon hierdurch genügende Nährstoffmengen in das Wasser gelangen; immerhin zeigte sich aber, daß diese Autolysate doch nicht in gleichartiger Weise den Protozoen als Nährmaterial dienen können. — Bei der unvermeidlichen Frage, auf welchen Gründen die Vernichtung der wasserfremden pathogenen Bakterien beruhe, ist nach der jetzt gültigen Anschauung die Selektionstheorie als maßgebend anzusehen, welche lehrt, daß immer nur diejenigen Individuen überleben und sich fortpflanzen, welche in ihren Eigenschaften diesen Bedingungen am meisten sich anzupassen vermögen. — Zum Schluß betont Gemünd in bestimmter Form, daß Bact. coli der Vernichtung durch Protozoen in ebenso hohem Grade ausgesetzt ist, als der meist als Testobjekt benutzte Typhusbazillus.

Rullmann (München).

Brussoff, A., Über die sogenannte Fragmentation der Actinomyceten-Hyphen. (Naturw. Wochenschr. Bd. 17. 1918. S. 249—252.)

Viele Forscher sprechen von „Kokken", „Bazillen", „Spirillen", in welche die Actinomyceten-Hyphen zerfallen sollen. Verf. untersuchte eingehend eine Actinomyces-Art aus dem Klärschlamm der Aachener biologischen Abwässeranlage; es ergab sich: Die Annahme, daß die Hyphen in Fragmente zerfallen können, beruht auf irrtümlichen Beobachtungen an gefärbten Präparaten; in Wirklichkeit gibt es keine Fragmentation. Die „Kokken" usw. der Autoren sind Tröpfchen und Ansammlungen von Tröpfchen von Volutin. Dies zeigen die 8 Hauptreaktionen, wie sie Arth. Meyer (Botan. Zeitg. 62. 1914) für Volutin angab.

Matouschek (Wien).

Fischer, H., Über Denitrifikation in Teichen und ihre praktische Bedeutung. (Habil.-Schrift. a. d. techn. Hochschule. 8°. 50 S. München 1916.)

48 Versuchsteiche der teichwirtsch. Versuchsstation in Wielenbach wurden mit Ca- und N-Salpeter zu verschiedener Zeit und in verschiedenem Maße gedüngt. Der Salpeter ging bald durch Denitrifikation verloren; als denitrifizierendes Agens konnte stets Bacterium fluorescens liquefaciens konstatiert werden. Es fand sich auch anderwärts stets vor. Der Salpeter beeinflußt das Plankton sehr wenig. Die Denitrifikation hat gegenüber der Assimilation des Salpeters dann eine überwiegende Wirkung, wenn:

1. der Boden und das Wasser des Teiches einen großen Gehalt an Kohlehydraten hat, die den denitrifizierenden Bakterien als Energiematerial dienen können,

2. in beiden ein starkes Herabsinken des Sauerstoffes infolge starker Zersetzung organischer Stoffe unter die Norm eintritt,

3. die Temperatur beider in den Sommermonaten bedeutend erhöht wird.

Die Denitrifikation ist in den Teichen weit verbreitet, da das genannte Bakterium da überall auftritt. Der Salpeterstickstoff wird um so mehr ausgenützt, je weiter sich die Verhältnisse von den geschilderten entfernen. Ein starker Gehalt an Salpeter wirkt auf die Denitrifikation im Wasser hemmend ein. Diesem Umstande kommt bei Zufuhr von salpeterreichem Wasser aus Tropfkörperanlagen in Fischteichen eine praktische Bedeutung zu.

Matouschek (Wien).

Weldert, R., u. **Burger, B.,** Beiträge zur Anwendung des Chlors bei der Desinfektion von Wasser und Abwasser. (Hyg. Rundsch. 1917. Nr. 1, 2 u. 3.)

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

Die vorliegende Arbeit berichtet über einen in Berlin gehaltenen Vortrag; der chemische Teil ist von Weldert und der bakteriologische von Burger bearbeitet worden. Nach einleitenden Mitteilungen über die lange schon geübte Verwendung des Chlors zur Wasserreinigung folgen Angaben über Benutzung des gasförmigen Chlors, denen solche über Anwendung von auf elektrolytischem Wege mittels des „Elektrolysers" dargestellten Natriumhypochlorits sich anschließen. Die gestellten Aufgaben erstreckten sich 1. auf Leistungsfähigkeit des Elektrolysers, 2. desodorisierende Wirkung und 3. keimtötende Wirkung der in dem Elektrolyser hergestellten Hypochloritlauge. Sehr eingehende Versuche erklären an der Hand von Tabellen die Leistungsfähigkeit des Elektrolysers. Diesen folgen solche, gleichfalls unter Tabellenbeigabe, über desodorisierende Wirkung der mit dem Elektrolyser hergestellten Hypochloritlauge. Diese Einzelheiten dem Spezialstudium von Interessenten überlassend, sollen die in dem III. Teil enthaltenen Angaben über die keimtötende Wirkung der in dem Elektrolyser hergestellten Hypochloritlauge eingehender besprochen werden, wobei zunächst Traubes grundlegende Versuche (1894) erwähnt seien. Als Testbakterien wurden im allgemeinen die nicht sporenbildenden Erreger der infektiösen Darmkrankheiten benutzt, wozu Arten der Typhus-Coli-Gruppe in großer Menge in dem Versuchswasser aufgeschwemmt wurden. Es ergab sich hierbei, daß zur völligen Abtötung der Testbakterien durchweg hohe, ja sehr hohe Chlormengen erforderlich waren, und zwar bis zu 120 und sogar 200 mg wirksames Chlor auf 1 l Versuchswasser. Ein Wasser mit solchen Chlormengen ist natürlich ungenießbar, und erst in neuester Zeit entstand durch das Ortizon ein wirksames Geschmackskorrigens. Daher kam dieses Verfahren bei uns nicht in Gebrauch. — Bei den anders liegenden Verhältnissen in England und Amerika war man bei dem großen Wasserverbrauch der Kosten wegen auf eine Reinigung von Oberflächenwasser angewiesen und schritt dort zu dem Traubeschen Chlorkalkverfahren, wobei sich diese Methode gut bewährte, so daß heute hunderte derartiger Wasserversorgungen im Gange sind, welche sich mit Reinigung von Oberflächenwasser befassen. Die in deutschen Laboratorien angestellten Nachprüfungen dieses Verfahrens aber ergaben, daß im allgemeinen ganz bedeutend größere Chlormengen zur Erzielung hinreichender Keimabtötung erforderlich sind, und konnte in einem Falle nachgewiesen werden, daß selbst mit großem Chlorzusatze bei einstündiger Einwirkung noch nicht alle eingesäten Colibazillen abgetötet waren. Diese verschiedenen Erfahrungen veranlaßten eingehende Versuche Bürgers, wobei größter Wert auf peinliche Versuchsanordnung und exakteste Versuchstechnik gelegt wurden. Das wirksame Agens bei dem Desinfektionsprozeß beruht naturgemäß auf der Kraft des Hypochlorits, dessen oxydierende Wirkung mit Sauerstoffabgabe auf die einzelnen Bakterienzellen innerhalb der Versuchszeit statthaben muß. Ein genaueres Eingehen auf die Einzelheiten der Versuche ist hier untunlich; es seien daher nur die Versuchsergebnisse, beginnend mit der Wasserdesinfektion, angeführt, wofür ein reiches Tabellenmaterial zur Verfügung steht. Diese Wasserchlorungsversuche ergeben, daß in je 100 ccm destillierten und Dahlemer Leitungswasser mit Zusätzen einer filtrierten Coliaufschwemmung (300 000—500 000 Keime in je 1 ccm Desinfektionsmischung) bei Einhaltung der subtilen Technik bei destilliertem 0,25, bei Leitungswasser 1 Teil wirksames Chlor auf 1 Million Teile Wasser binnen einer Stunde stets eine völlige

Abtötung aller Colikeime bewirkte; bei einem Versuche erzielten bereits 0,5 Teile Chlor eine völlige Colikeimabtötung in sämtlichen Proben. Bei Aussaat auf Gelatineplatten ließ sich in destilliertem Wasser bei 0,25, in frischem Leitungswasser bei 0,5 Teilen Chlor auf 1 Million Teile Wasser in 1 ccm bereits nach 10 Minuten Chloreinwirkung niemals mehr ein Colibazillus nachweisen. Bei diesem Resultate legen die Verff. großen Wert auf ihre verfeinerte Technik und die besonders sorgfältige Durchmischung und Verteilung der Hypochloritlauge in dem zu desinfizierenden Wasser, wobei auch eine Nachinfektion durch verspritzte Keime vermieden wurde. Absichtlich wurde bei diesen Versuchen mit Zusatz großer Keimmengen (300 000—500 000) zu Rohwasser gearbeitet und die strengsten Anforderungen wurden gegenüber überlebenden Colikeimen gestellt. — In Abteilung II folgen die Abwasserdesinfektionsversuche, zu welchen häusliches bzw. städtisches, gewerbliche Gemischungen enthaltendes und in verschiedenen Stadien der Reinigung befindliches Abwasser mittlerer Konzentration verwandt wurde. Hierbei wurde bei einer 10 Minuten dauernden Einwirkung der Hypochloritlauge eine Atbötung sämtlicher Colibazillen erst durch 50 Teile wirksames Chlor auf 1 Million Teile Abwasser erreicht, doch bewirkten schon 7 Teile eine sehr weitgehende Keimminderung, während bei einstündiger Einwirkung 15 Teile Chlor völlige Abtötung und die niedrigeren Konzentrationen eine sehr weitgehende Verminderung der Colikeime hervorriefen. — Aus mehrfach unter geänderten Verhältnissen ausgeführten Untersuchungen von Abwasser ergab sich, daß, je nach dem Grade der durch vorausgegangene Reinigungsbehandlung erreichten Reinheit desselben, 15—20 Teile wirksames Chlor auf 1 Million Teile Abwasser zur Abtötung der in sehr großer Menge vorhandenen Colikeime ausreichten. Ferner stellten sich aber große Unterschiede heraus, ob man filtriertes und besonders durch Papier filtriertes Abwasser untersuchte; unfiltriert ergab sich, daß das grobe Flocken enthaltende Abwasser in diesen große Mengen von Colikeimen enthielt, die bei der nicht weit gehenden Tiefenwirkung des Chlors unbehelligt blieben und später wieder auskeimten. Zur Abtötung aller Colikeime brauchte das unfiltrierte Faulraumabwasser 20 Teile Chlor auf 1 Million Abwasser; das filtrierte dagegen nur 10 Teile. In einem Quellwasser aber, in welchem 1 Teil Chlor auf 1 Million Wasser stets zur Abtötung aller Colikeime ausreichte, reichten selbst 10 Teile nicht aus, sobald man durch ein Fällungsmittel einen flockigen Niederschlag erzeugt hatte, so daß in diesem Colikeime eingeschlossen waren, welche sich der Chloreinwirkung leicht entziehen konnten. — Zusammenfassend ergibt sich: Je weiter die Reinigung von Abwasser getrieben ist, desto weniger Chlor ist zur Desinfektion erforderlich, wobei die Einwirkungsdauer nicht zu kurz währen muß, denn wenn auch die Keimminderung bereits in 10 Minuten sehr weit gediehen ist, so geht sie doch in 1 Stunde noch viel höher. Dann wurde auch schon in den vorhergehenden Zeilen betont, daß Klümpchen und Flocken hindernd auf die völlige Vernichtung einwirken, da sich in ihnen einzelne Keime der Einwirkung entziehen können.

Die letzten Seiten der sehr eingehenden Untersuchungen enthalten Vorschläge über die Anwendung der Hypochloritlaugen in der Praxis; sie beziehen sich auf Trinkwasserreinigung und Abwasserdesinfektion.

Rullmann (München).

Lockett, W. T., Oxidation of thiosulphate by certain bacteria in pure culture. (Proc. Roy. Soc. London, Ser. B. Vol. 87. 1914. p. 441—444.)

Aus dem Filter von Abwässern konnte Verf. einen Thiosulfat oxydierenden Mikroorganismus kultivieren, der am besten auf einem Gelatinesubstrat mit Zusatz von Ammoniumsulfat wächst. Es bilden sich blauweiße, Gelatine nicht verflüssigende Kulturen bei Gegenwart von 0,1 Proz. Ammoniumsulfat und 0,4 Proz. Natriumthiosulfat. Ein geeignetes flüssiges Medium fand Verf. in folgender Zusammensetzung: 1,0 g Natriumthiosulfat, 0,5 g Ammoniumsulfat, 0,5 g Kaliumbiphosphat, 0,025 g NaCl, 0,01 g Magnesiumsulfat, 2,0 g Rochellesches Salz ad 1000 cc ag. dest. Das Thiosulfat wird von den Bakterien zu Sulfat oxydiert, ohne daß es zur Abscheidung von freiem Schwefel kommt. Eine geringe Azidität ist dem Bakterium nicht schädlich. Robert Lewin (Berlin).

Ruehle, G. L. A., Recent methods of bacterial air analysis. (Americ. Journ. of Publ. Health. Vol. 5. 1915. p. 603—607.)

A description is given of a modification of the sand filter for air analysis. A. C. Evans (Washington).

Pichler, Friedr., Das Äeroplankton von Wien. (Anzeig. d. ksl. Akad. d. Wiss. Wien. math.-nat. Kl. Jahrg. 54. 1917. S. 223—225; auch Denkschr. dieser Akad. Bd. 95. 1918. S. 279—313.)

Verf. bediente sich zum Nachweise der organisierten Partikelchen der Glyzerintropfenmethode, zum Nachweise der Pilzkeime, exklusive der Bakterien, der Kulturen in Petrischalen. Die organisierten Bestandteile variieren in Zahl und Vorkommen nach den Jahreszeiten. Von Anfang April bis Anfang Oktober wurden angetroffen:

Pilzsporen verschiedenster Art, einzellige Chlorophyzeen, Pollen (am häufigsten von Betula, Picea, Pinus, Secale und von verschiedenen Wiesengräsern, häufig von Corylus, Populus, Fraxinus, Carpinus, seltener von Alnus, Ulmus, Fagus, Quercus, Juglans, Hordeum, Triticum, Avena, Urtica, Abies und von 20 anderen Arten), Pflanzenhaare (von jungen Aesculusblättern, von Populussamen, von Taraxacumfrüchten, vom Wollfilz der Tussilago-, Populus- und Platanusblätter sowie eine größere Zahl ein- und mehrzelliger Haare von verschiedener Gestalt), andere Pflanzenteile (Stengelstücke, Blattfetzen, Gewebefragmente von Getreidespelzen, Holzgefäße mit Hoftüpfeln usw., Parenchymzellen, losgelöste Schrauben- und Ringverdickungen), Tiere und Teile derselben (ganze Insekten, Teile derselben, Vogelfiederchen, Säugetierhaare). Das ganze Jahr hindurch findet man: Ruß, Baumwoll-, Leinen- und Schafwollfasern, Stärke, Haferspelzenteile, Strohpartickelchen, Seide (selten); dann noch unbestimmbare zahlreiche Reste. Pilzkeime: Sie sind quantitativ und qualitativ nach Ort, metereologischen Verhältnissen und Jahreszeit verschieden. Mit steigender Höhe nimmt die Keimzahl stark ab, die Gartenluft ist am reinsten, die Straßenluft am keimreichsten. Letztere enthält mehr Hefekeime als die Gartenluft. Bei zunehmender Windstärke oder Feuchtigkeit wächst die Zahl der Keime, sie ist auch von der Windrichtung abhängig. Das Minimum der Schimmelpilzkeime liegt im Winter (Januar bis Februar), das Maximum im Juni. Manche Arten von letzteren trifft man nur im Sommer an. Das Maximum der Hefekeime ist im April. Von den Schimmelpilzkeimen sind anzutreffen: Cladosporium sp. I., II, III, Penicillium sp., Aspergillus glaucus, Asp. niger, Asp. candidus, Aspergillus sp., Sachsia (?) sp., Gemmophora purpurasens Alternaria sp., Botrytis sp., Torula sp. Verticillium sp., Penicillium luteum, Mucor racemosus, Rhizopus nigricans, Cephalothecium roseum, Oidium sp., Piknidenbildner, sterile Mycelien, eine Zahl unbestimmbarer Pilze. — Die Hefekolonien sind weiß, selten lebhaft gefärbt; ihre Zellen am häufigsten nach dem Cerevisiae-, oft nach dem Ellipsoideus-, selten nach dem Pastorianus-Typus gebaut. —

Es werden Schlüsse gezogen auf das Heufieber und den Platanenhusten und auf andere biologische Phaenomene. Matouschek (Wien).

Molisch, Hans, Biologie des atmosphärischen Staubes (Äeroplankton). (Vortr. d. Ver. z. Verbreitg. naturw. Kenntn. in Wien. Jahrg. 57. 1917. 8°. 26 S. 4 Taf.)

Zum Einfangen der Keime in der Luft von Städten bediente sich Nestler der Petrischalen mit Nährsubstanz. Verf. machte die Versuche nun vergleichend: Im feuchten, warmen Gewächshause ergab sich eine sehr geringe Zahl der Kolonien von verschiedenen Pilzen; die Luft ist mit Wasserdampf gesättigt, daher staub- und keimarm. Im Hörsaale der Universität gibt es aber mehr Staub und daher mehr Keime; die Luft in den verkehrsreichen Straßen Wiens enthält sehr viel lebende Keime. Natürlich muß das Nährsubstrat ausschlaggebend sein, denn Bakterien lieben meist ein alkalisch reagierendes, Schimmel- und Hefepilze ein saures Substrat. Jede größere Stadt sollte eine genaue biologische Prüfung des atmosphärischen Staubes veranlassen, was auch in hygienischer Beziehung von Bedeutung ist. Die einschlägige Literatur ergibt bezüglich der Zahl der Keime in Abhängigkeit von äußeren Umständen folgendes: Die Keimzahl der Schimmelpilze ist in warmen und feuchten Jahreszeiten am größten, in kalten und trocknen am geringsten. Starker Regen- und Schneefall reinigt die Luft und vermindert die Keimzahl. Luft am Meeresstrande enthält noch viele Keime, die über dem Meere aber ein Minimum. Die obere Keimgrenze ist im Sommer höher als im Winter (3000 m bzw. 1700 m). Die Bakterien nehmen mit der Höhe rascher ab als die Schimmelpilzkeime. Untersuchungen, vom Äeroplan aus ausgeführt, fehlen noch. Waldluft enthält viele Keime, was im folgenden begründet ist: Im faulenden, auf dem Waldboden liegenden Laube und im Waldhumus gibt es eine Unmasse von Schimmelpilzen und Bakterien, welche durch den Wind leicht in die Waldluft gelangen können; die absolute Staubmenge im Walde ist aber gering. Um die Luft auf andere organische Bestandteile zu prüfen, bediente sich Verf. folgender Methode: eine Glasplatte versieht man mit einem Tropfen Glyzerin und setzt sie der atmosphärischen Luft aus. Das Glyzerin verdunstet nicht und alle organischen Bestandteile der Luft bleiben kleben. Man findet da Ruß, Stärkekörnchen, Fetzen von Pflanzengeweben und -haare, Kieselalgen, Fasern von Schafwolle, Lein und Baumwolle, Blütenstaub. Das Heufieber wird gerade auf den Gräserblütenstaub, besonders vom Roggen, zurückgeführt. Gegen Ende Mai stellt sich für Wien die Krankheit ein. Den Verf. befiel das Heufieber aber auch im August, als er in einer Villa der Alpen wohnte, die an ein blühendes Maisfeld grenzte. Nach Beobachtungen des Verf. erzeugen Coniferen-Pollenkörner auch das Heufieber. Stärkekörnchen in den Pollenzellen sollen nach Dunbar das Heufiebergift repräsentieren, was Verf. in Abrede stellt, da viele andere Pflanzen Pollenkörner mit viel Stärke besitzen, ohne daß sie Heufieber erzeugen. Die Natur des Pollengiftes kennt man derzeit noch nicht. Die verzweigten Blatthaare der Platanen erzeugen den Platanenhusten, nicht die der Früchte. Staubregen wird bezüglich der Herkunft oft ganz rätselhaft, wie die angeführten Beispiele zeigen. Es ist möglich, daß kosmische Keime weit über den Luftgürtel hinaus den Raum durchsetzen (S. Arrhenius). Matouschek (Wien).

Peyronel, B., I germi atmosferici dei funghi con micelio. [Diss.] 27 pp. Padova (Gallina) 1914.

Durch Auffangen in Petrischalen mit geeigneten Nährböden wurden die in der Luft schwebenden Pilzkeime bestimmt. Bei einer Exposition von 10 Minuten und einer Schalenoberfläche von 66 qcm wurden in Padua folgende Kolonienzahlen durchschnittlich festgestellt:

Stadtstraßen 19,2, Botanischer Garten 16,5, Kinosaal 15,1, Theater 14,8, Laboratorium 11,0, Gewächshaus 5,1, Herbariumzimmer 4,6.

Am häufigsten traten dabei im Freien Cladosporium herbarum, Epicoccus purpurascens, Alternaria tenuis, Botrytis cinerea auf; innerhalb der Stadt Penicillium glaucum, Mucor racemosus, und Mucedo. Auf Gebirgen wurden folgende Mittelzahlen gewonnen:

	Höhe ü. d. M.	Kolonienzahlen
Wiesen	1000 m	310,4
Wiesen	1400 m	175,9
Lärchenwälder	1500 m	19,3
Bergwiesen	2000 m	43,6
Spitze des Gran Truc .	2366 m	62,0
„ „ Cournour .	2868 m	6,2

Hier war Penicillium bei und in Wohnungen wiederum am häufigsten, ab und zu kamen dabei auch Mucor racemosus und Mucedo, Torula asperula, Cephalosporium acremonium, Citromyces Pfefferianus, lividus, Sterigmatocystis phaeocephala, sulfurea, Penicillium verruculosum, virellum usw. vor.

Im Walde war am häufigsten Cladosporium herbarum. auf Wiesen Cladosporium, Epicoccus, Alternaria, während Penicillium ganz zurücktrat; auf Berghöhen waren dieselben Arten häufig, dabei traten zahlreiche andere Arten auf.

Hefen waren nur bei Häusern regelmäßig zu finden; in Waldluft kommen Hefen sehr selten vor, fehlen überhaupt auf Wiesen.

Es folgen Diagnosen der 30 neuen Arten. Eine ausführliche Abhandlung mit Tafeln wird in Aussicht gestellt. Pantanelli (Rom).

Whipple, Melville C., The result of studies upon the dust and bacteria content of the air of cities. (Amer. Journ. Publ. Health. Vol. 5. 1915. p. 725—737.)

Tables are given showing the number of dust particles and the number of bacteria per cubic foot of air taken on city streets, in the country, in a large department store and in street cars. A. C. Evans (Washintgon).

Simon, J., Über Bakterien und andere Kleinwesen als Freunde und werktätige Mitarbeiter des Gärtners. (Flora. Sitzber. u. Abh. d. kgl. sächs. Gesellsch. f. Botan. u. Gartenb. in Dresden, 1913/15. Dresden 1916.)

Einfluß der Bakterien im Boden, Gare des Bodens, Umwandlung der künstlichen, N-haltigen Düngemittel in Salpeter; Arten des Naturdüngers (Kompost, Stallmist, Ernterückstände, Gründüngung), deren Kosten auseinander gesetzt werden; Verwertung des Luftstickstoffes durch die Leguminosen, Azotogenimpfung, Bodenmüdigkeit. Eine Schrift, wie geschaffen für den Gärtner, der dem Boden eine praktische Bodenhygiene zuteil werden lassen muß. Matouschek (Wien).

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

Reed, H. S., A manual of bacteriology for agricultural and general science students. 8°. XII + 179 pp. Boston. New York etc. (Ginn & Co.) 1914.

Das Buch enthält kurze Anleitungen für insgesamt 161 Laboratoriumsübungen und außerdem 16 Anhänge. Die ersten 10 Übungen sind dem Studium der Form, des Vorkommens und der Ernährung der Bakterien gewidmet. Dann folgten die Sterilisation (4 Übungen), die Abhängigkeit der Bakterien von physikalischen und biologischen Faktoren (12 Übungen) und die wichtigsten Methoden der Züchtung (31 Übungen). 6 Übungen in bezug auf Färbung, Prüfung und Isolierung beschließen den allgemeinen Teil. Im zweiten speziellen Teil werden in 7 Übungen die Mikroorganismen der Luft, in 14 Wasser und Abwasser, in 22 die Bodenflora, in 19 die Milch, in 4 einige Pflanzenkrankheiten und in 5 die wichtigsten menschen- bzw. tierpathogenen Bakterien behandelt. Die letzten 25 Übungen erstrecken sich auf die wichtigsten der durch Hefen oder Schimmelpilze hervorgerufenen Gärungen.

Wie sich aus dieser Übersicht ergibt, ist die Anordnung und Einteilung des Stoffes sehr verschieden von der in den Laboratoriumsbüchern europäischer Verfasser gewöhnlich befolgten. Auch in bezug auf die empfohlenen Methoden kommt der amerikanische Charakter des Werkes deutlich zum Ausdruck. Gerade deshalb wird es aber nicht nur den amerikanischen Fachgenossen, sondern gewiß auch manchem europäischen Bakteriologen willkommen sein. Löhnis (Washington).

Burgess, P. S., Soil Bacteriology. Laboratory Manual. VIII, 123 pp. Easton, Pa. (The Chem. Publish. Co.) 1914.

Das Buch bringt auf seinen ersten 69 Seiten Vorschriften für 24 Übungen, wie sie an der University of California vom Verf. abgehalten werden. Sie beanspruchen ca. 10 Stunden wöchentlich im Semester. Alle wichtigen Umsetzungen der stickstoffreien und der stickstoffhaltigen Substanzen, soweit sie sich im Boden abspielen, sind behandelt. Auch ein Kapitel über die Erdprotozoen ist beigefügt.

Auf den weiteren 50 Seiten folgen dann ausführlichere Angaben über das Sterilisieren von Erde und Saatgut, über Impf- und Vegetationsversuche, Behandlung der Glasgerätschaften, Isolierungs- und Färbemethoden, Vorschriften für Anfertigung der Nährsubstrate, sowie für Humus- und Stickstoffbestimmungen. Vergleichende Zusammenstellungen von Maßen, Gewichten, Temperaturen usw. sowie ein Sachregister bilden den Schluß des Buches.

Kenntnisse auf dem Gebiete der allgemeinen Bakteriologie sind vorausgesetzt. Doch können, falls dies nötig ist, z. B. bei der Zählung der Erdorganismen, zunächst die im zweiten Teile gegebenen Vorschriften über die Anfertigung von Gußkulturen nachgesehen werden. Die Anordnung des Buches setzt die Anwesenheit des Lehrers bei der Erledigung der Übungen voraus, andernfalls hätte manches ausführlicher geschildert und wohl auch die Zahl der Abbildungen erhöht werden müssen. Am Schlusse jeder Übung sind Fragen, sowie einige auf den betreffenden Gegenstand bezügliche Arbeiten aufgeführt, die zum Selbststudium anregen.

Man merkt es dem Buche an, daß es im Laboratorium entstanden ist und sich auf eigene Erfahrung gründet. Deshalb wird es auch in anderen Laboratorien, wo die Übungen in ähnlicher Weise abgehalten werden, von großem Nutzen sein können. Aber auch dort, wo auf die Bodenbakteriologie nur ein Teil der zur Verfügung stehenden Zeit verwendet wird, wird Burgess' Manual vorteilhaft mit zu berücksichtigen sein. Namentlich gilt dies für die europäischen agrikultur-bakteriologischen Laboratorien, für die ja die Kenntnis der amerikanischen Methoden und der amerikanischen Literatur mit der Zeit von immer größerer Wichtigkeit werden wird.

Löhnis (Washington).

Marshall, Charles E., The technical Application of Microorganisms to Agriculture. (Science. Vol. 42. 1915. p. 257—264.)

This is a general discussion of the relationship of microbiology to the various phases of agriculture. A. C. Evans (Washington).

Sewell, M. C., Soil Bacteria. (The Ohio Naturalist. Vol. 14. 1914. p. 273—278.)

Lange bevor der Mensch auf der Erde erschien, hat es Mikroorganismen gegeben, welche sich von organischer Substanz ernährten.

Die Faktoren, welche die Entwicklung der Bodenbakterien beeinflussen, sind: Art des Bodens, Art der Bestellung des Bodens, Feuchtigkeitsgehalt, Reaktion des Bodens. Pathogene Bakterien kommen nur vorübergehend im Boden vor, im Entwicklungskreis der normalen Bodenbakterien spielen eine Rolle die Elemente N, C, S, H und Fe.

Es gibt zwei Gruppen von Bakterien, die Stickstoff aus der Luft zu assimilieren vermögen: die nicht symbiotischen Azotobacter (aërob) und Clostridium (anaërob) und die symbiotischen Leguminosenknöllchenbakterien. Diese Bakterien verwandeln den Luftstickstoff in Salpeterstickstoff. Als solchen vermögen ihn die höheren Pflanzen leicht aufzunehmen. Kohlenstoff wird in der Zellulose von Streptothrix-Arten verarbeitet. Von anderen Bakterien werden Proteine zu NH_3 und schließlich zu N reduziert.

Während die nitrifizierenden Bakterien N zu Nitraten oxydieren, reduzieren die denitrifizierenden Bakterien umgekehrt Nitrate zu NH_3 und N. Die Knöllchenbakterien, Bacillus radicicola, entnehmen ihren Wirtspflanzen Kohlehydrate und liefern ihnen Nitrate. Die Schwefelbakterien oxydieren H_2S zu S und SO_2 (Beggiatoa, Thiothrix).

W. Herter (Berlin-Steglitz).

Brown, Percy Edgar, Relation between certain bacterial activities in soils and their crop-producing power. (Journ. agric. Research. Vol. V. 1916. p. 855—869.)

Bakterientätigkeit und Bodenfruchtbarkeit sind einander proportional, so daß man aus bakteriologischen Laboratoriumsuntersuchungen des Bodens Schlüsse auf die zu erwartende Ernte ziehen kann.

W. Herter (Berlin-Steglitz).

Gainey, P. L., and **Gibbs, W. M.,** Bacteriological studies of a soil subjected to different systems of cropping for twenty-five years. (Journ. agric. Research. Vol. VI. 1916. p. 953—975.)

Verff. gelangen zu folgenden Ergebnissen:

Mais- und Weizenböden enthalten bei Abwesenheit jeglichen Düngemittels verhältnismäßig wenige Bakterien. Bei Gegenwart von Dung dagegen findet man in Mais- und Weizenböden relativ hohe Keimzahlen. Der Dung hat hier eine viel ausgesprochenere Wirkung auf die Bakterienzahl wie bei anderen Kulturböden.

Die Ackerbaumaßnahmen haben keinen wesentlichen Einfluß auf die Fähigkeit des Bodens, Ammoniak aus Baumwollsaatmehl zu bilden.

Die Fähigkeit, Ammoniakstickstoff zu Nitratstickstoff zu oxydieren, wird durch die physikalischen wie die chemischen Veränderungen des Bodens beeinflußt. Weizen- und Maisboden ohne Dung und Chemikalien lassen ein niederes Oxydationsvermögen erkennen. Bei Zusatz von Dung wächst dies Vermögen auffällig, ganz besonders in Weizen- und Maisböden. Gaben künstlicher Düngemittel bringen ähnliches zustande, doch in weniger ausgeprägtem Maße als Stalldung. W. Herter (Berlin-Steglitz).

Giltner, Ward, and Langworthy, H. Virginia, Some factors influencing the longevity of soil microorganisms subjected to desiccation, with special reference to soil solution. (Journ. agric. Research. Vol. V. 1916. p. 927—942.)

Das Überleben nicht sporenbildender Bakterien in lufttrockenem Boden ist teilweise auf die Fähigkeit des Bodens zurückzuführen, Feuchtigkeit in hygroskopischer Form zurückzuhalten. Die Langlebigkeit der Bakterien im Boden ist indessen nicht direkt proportional zu der Korngröße und zur hygroskopischen Feuchtigkeit.

Die geprüften Bakterien widerstanden der Austrocknung länger in fettem, tonigem Lehmboden als im Sandboden. Wenn Bakterien, die in einer Aufschwemmung von Lehmboden suspendiert waren, der Austrocknung im Sandboden unterworfen wurden, so erwiesen sie sich als langlebiger als wenn sie nach vorheriger Suspension in physiologischer Kochsalzlösung der Austrocknung unterzogen wurden. Die Lehmaufschwemmung enthält demnach Substanzen, welche den Bakterien bei der Austrocknung einen Schutz verleiht.

Verff. experimentierte mit Pseudomonas radicicola und einigen nicht bestimmten Bakterien. W. Herter (Berlin-Steglitz).

Bassalik, K., Über die Verarbeitung der Oxalsäure durch Bacillus extorquens n. sp. (Jahrb. f. wissensch. Botan. Bd. 53. 1913. p. 255—302.)

Bei Untersuchung von Exkrementen der Regenwürmer wurden Kalkoxalatkristalle gefunden, die Korrosionen zeigten. Dieser Fund brachte Verf. auf den Gedanken, daß hier ein Bakterium im Spiel sei, das die Oxalsäure zersetzt. Die Isolierung dieses Organismus bot ziemliche Schwierigkeiten, schließlich wurde er rein erhalten. Er bildet im flüssigen Nährmedium auf dem Boden der Gefäße zähe rote Häute. Er wächst auf Gelatine und Agar, aber langsam und wenig üppig; seine anfangs schmutzig weißen Kolonien färben sich im Alter rot. Gelatine wird nicht verflüssigt. Die Zellen des Bacillus extorquens bilden ein 3 μ langes und 1,5 μ breites Stäbchen, das polar eine Geißel trägt. Sporenbildung fehlt. Da auch ein roter Farbstoff abgeschieden wird, so müßte der Bacillus eigentlich zu Pseudomonas gestellt werden. Merkwürdig sind Kalkinkrustationen, die sich an den absterbenden und toten Zellen finden (Bakteriosklerose).

Wie Verf. später nachweisen konnte, fand sich der Bacillus häufig in Wald- und Gartenerde vor und scheint allgemein verbreitet zu sein. Augenscheinlich fällt ihm die wichtige Funktion zu, die Kalkoxalatkristalle, die aus faulenden Blättern in den Boden gelangen, zu zersetzen und dem Kreislauf in aufnehmbarer Form zurückzugeben. Es scheint dies vielleicht eine spezifische Auf-

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

gabe dieser Bakterien zu sein, denn von 90 daraufhin untersuchten anderen Mikroorganismen kam keinem diese Eigenschaft zu.

Die wichtigste Aufgabe war nun, die Art der Zersetzung der Oxalate festzustellen. Zu diesem Behufe operierte Verf. mit einer Grundnährlösung, der er die betreffenden Oxalate zusetzte. Die zahlreichen Versuche, die in immer wieder variierter Form vom Verf. angestellt wurden, sollen hier nicht eingehend geschildert werden, sondern es mag nur auf die Hauptresultate hingewiesen werden.

Leicht und schwer lösliche Oxalate werden zersetzt und in Karbonate übergeführt. Kalkoxalatkristalle in Blättern, die in Stückchen den Kulturen zugesetzt wurden, kamen in wenigen Tagen zum völligen Verschwinden. So verarbeitete eine gut gelüftete Kultur in 142 Tagen 18 g Oxalsäure, also eine beträchtliche Menge. Irgendwelche Zwischenprodukte, wie Säuren, Alkohole oder Aldehyde konnten nicht nachgewiesen werden, nur Kohlensäure trat auf. Die gespaltene Menge von Oxalsäure genügt, um die notwendige Energie für die sonstigen Lebensvorgänge zu liefern. Augenscheinlich stellt die Oxalatzersetzung einen Oxydationsprozeß dar, der nach der Formel $C_2O_4H_2 + O = 2\,CO_2 + H_2O$ verläuft.

Das wirkende Agens ist ein Enzym, das der Bacillus abscheidet. Es wirkt auch noch, wenn die Zellen selbst abfiltriert worden sind. Die optimale Konzentration des Oxalates lag zwischen 0,1 und 0,3 Proz., doch wechselt sie. Neben der Oxalsäure kann dem Organismus auch ein Stoff aus den niederen Gliedern der Oxalsäurereihe geboten werden, ferner Mesoxal-, Glyoxal-, Glycol- und Ameisensäure, Formaldehyd, Formamid, Oxamid, ferner ein- und mehrwertige Alkohole, wie Glyzerin, kurz lauter Stoffe, die nur von wenigen Bakterien als Kohlenstoffquelle ausgenutzt werden.

Es sind noch manche Fragen physiologischer Art in der Arbeit berührt, so z. B. die nach der Verbreitung der Oxalsäure in der grünen Pflanze, aber es sei in bezug darauf die Arbeit angelegentlichst zur Lektüre empfohlen.

Lindau (Dahlem).

Beijerinck, M. W., Oxydation des Mangankarbonats durch Bakterien und Schimmelpilze. (Fol. Microbiol. Vol. 2. 1913. p. 123—135.)

Um zu untersuchen, ob die an der Nitrifikation beteiligten Mikroorganismen auch andere Körper oxydieren könnten, brachte Verf. Mangankarbonat auf die Kulturen. Es fand sich, daß weder das Nitrit- noch das Nitratferment das Mangankarbonat umwandelt. Aber in den nitrifizierenden Kulturen fand Verf. zuweilen ein Bakterium, das eine dunkelbraune Kolonie bildet, welche Farbe durch die Umwandlung des Karbonats in eine Manganverbindung zustande kommt. Dieses Bakterium kommt ziemlich reichlich im Boden vor. Beweisen konnte Verf. die Bildung der Manganverbindung durch die Reaktion mit Wasserstoffsuperoxyd (Abgabe von Sauerstoff bei Gegenwart der Manganverbindung) und durch Erzeugung von Jod aus Jodkalium. Als Energiequelle benutzen die Manganbakterien das Mangankarbonat nicht, denn ohne organische Kohlenstoffquelle war keine Entwicklung möglich. In morphologischer wie biologischer Beziehung besteht eine enge Verwandtschaft zwischen den Manganbakterien und den Fermenten der Nitrifikation, wie denn auch Verf. zwischen dem Prozeß der Oxydation des Mangankarbonats und dem Nitrifikationsprozeß volle Analogie sieht. Die Abgabe einer Oxydase nach außen wurde nicht beobachtet. Es liegt

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

also sicherlich ein endozellulärer Prozeß vor. Der neue Mikroorganismus wird vom Verf. als Bacillus manganicus bezeichnet.

Auf den Kulturen der Manganbakterien fand Verf. nun auch einen Schimmelpilz, Papulospora manganica, der die weiße Mankarbonatdecke in eine tiefbraune Manganikarbonatschicht umwandelte. Das Manganikarbonat wurde hierbei teils in Form zerstreuter, brauner Körnchen, teils als amorphes, den Myzelfäden anhaftendes Pulver abgesetzt. Unter geeigneten Bedingungen konnte man ganze Schichten von Braunsteinsphärit sich bilden sehen und gleichzeitig sehr schöne Liesegangsche Ringe beobachten. Wie es scheint, handelt es sich hier um eine echte Braunsteinbildung. Auch bei dem Manganpilz dient die Oxydation nicht als Energiequelle. Der eigentliche Chemismus der Oxydationsvorgänge ist noch nicht bekannt. Auch aus Manganlaktat und Manganazetat, die gleichzeitig als Kohlenstoffquelle dienen, werden Braunsteinsphärite gebildet. Mit Manganpepton erhielt Verf. wohl Wachstum des Mycels, doch keine Sporenbildung und keine Oxydation zu Manganiverbindungen. Neben dem beschriebenen Pilz fand Verf. in Humus und Gartenerde Pilze aus verschiedenen Verwandtschaftsreihen, wie Botrytis, Mycogone, Trichocladium und Sporocybe, die ebenfalls Manganibildner sind. Näher beschrieben wird vom Verf. eine zu den Stilbaceen gehörige Spezies, Sporocybe chartoikoon.

Robert Lewin (Berlin).

Barthel, Chr., Die Geißeln des Bacterium radicicola (Beij.). (Zeitschr. f. Gärungsphysiol. Bd. 6. 1917. S. 13—17.)

Die noch nicht ganz geklärte Frage nach der Begeißelung des Bacterium radicicola Beij. versuchte Verf. nach einer von Casares-Gil angegebenen Geißelfärbung zu lösen und erhielt positive Resultate: Die aus Luzerne- und Lupinen-Knöllchen stammenden Bakterien zeigten sich lophotrich begeißelt, 1—6 Geißeln an einem Pol, die manchmal nicht ganz polar stehen, sondern etwas seitlich angesetzt erscheinen. Sie sind wellig, was aber bei sehr starker Färbung durch die dann erfolgende Geradestreckung nicht immer gut zum Ausdruck kommt. Rippel (Breslau).

Sabachnikov, A., Schädlicher Einfluß des Stalldüngers auf den Stickstoffhaushalt des Bodens. (Selsk. chozjajstvo i pesovodtstvo, Petersburg. Bd. 250. 1916. p. 5—19.)

Die Arbeit gibt ein Resumé über die russischen Arbeiten während der letzten 25 Jahre. Die Ergebnisse sind:

Der Stalldünger übt seinen Einfluß auf den N-Gehalt des Bodens infolge seiner organischen Stoffe, nicht infolge der Mikroorganismen aus. Die genannten Stoffe tragen als gute C-Quellen für die Mikroben des Bodens bei und zwar in aërober Umgebung zur Assimilation der Nitrate, des Ammoniaks, der Amide und des reinen Stickstoffs und zu ihrer Bindung in Form von Eiweiß, in anaërober Umgebung bei Vorhandensein von Salpeter zur Assimilation dieser Verbindung einerseits und zu dessen Denitrifikation andererseits. Der Stickstoff des Stallmistes kommt namentlich in organischer Form vor, sein Entweichen als Gas ist in aërober und anaërober Umgebung bei der Umwandlung des organischen N ohne Durchgang durch den Nitratzustand möglich. Die organische Substanz, die zur Umwandlung des in Eiweißform vorhandenen Stickstoffs beiträgt, begünstigt mittelbar bei dessen weiterer Zusetzung den N-Verlust. Möglich ist auch eine örtliche Verzögerung (z. B. in den Furchen) der Denitrifikationsvorgänge. Diese Verzögerung ist

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

auf die organische Substanz zurückzuführen, für deren Gegenwart die nitrifizierenden Organismen sehr empfindlich sind. Der dem Boden normalerweise (bis 70 Tonnen per 1 ha) zugeführte Stalldünger setzt die Nitrifikation nicht herab. Fraglich ist es, ob Stallmistdüngung eine Wirkung auf den N-Verlust im Boden ausübt, da man über die N-Bilanz in nicht mit Stallmist gedüngtem Boden nichts weiß. Es ist wohl möglich, daß die im Boden vorhandenen Pflanzenreste und die fortgesetzte Umwandlung des N aus der löslichen in die organische Form oder umgekehrt derart große Verluste verursachen, daß der Zusatz von organischer Substanz in Form von Stalldünger eine sehr relative Wirkung hat. Matouschek (Wien).

Letellier, A., Etude sur le Bacterium pseudaceti (Mig.) et son involution. (Bull. Soc. bot. Genève. 1915. p. 25—36.)

Verf. studierte an dem genannten, aus der Erde isolierten Bacterium den Einfluß der Kohlensäure auf die Involution. Es ist ein polymorpher Organismus, der sich sehr leicht vom Milieu, in dem er lebt, beeinflussen läßt. Er kann sich von anorganischen und organischen Stickstoffverbindungen ernähren, er ist ein Aërobier, selten ein Anaërobier und kommt außer in der Erde auch in Käse vor. Gegen Temperaturveränderungen zwischen 15—40° C ist er wenig empfindlich. Vielleicht hat man es mit einer recht veralteten Form zu tun, von der andere Stämme abzuleiten wären.

Matouschek (Wien).

Fischer, H., Das Problem der Stickstoffbindung (Festlegung des Luftstickstoffs) bei niederen Pflanzen. (Ber. d. Deutsch. botan. Gesellsch. 1917. S. 423—454.)

Verf. zieht seine Resultate aus der Untersuchung von Teichböden. „Die Fähigkeit eines Bodens, Protoplasma zu produzieren, ist es also, was seine stickstoffbindende Kraft gewährleistet und umgekehrt.“ Vor allem sollen in dieser Richtung Stickstoffverbindungen organischer Natur, und zwar eiweißähnliche Körper, wirksam sein, wie sie vor allem dem „milden Humus“ eigen sind; es dürfte ihnen eine katalytische Wirkung auf die hypothetischen stickstoffbindenden Enzyme zukommen. In gleicher Richtung wirken Phosphate, worin Verf. einen Hinweis darauf erblicken will, daß die fraglichen Körper in der Gruppe der Nukleine zu suchen seien.

Seine Ansicht sucht Verf. dadurch zu stützen, daß er Reinkulturen von Chlamydomonas (tingens) in anorganischer, stickstoffhaltiger Nährlösung wachsen läßt und diese Kulturen mit Reinkulturen verschiedener Bakterien beimpft. Stickstoffbindung war jedoch nur in wenigen Fällen, bei Bakterien der Radiobacter-Gruppe, zu beobachten. Der stickstoffbindende Bac. asterosporus (A. Mey. et Bredem.) wuchs in dieser Zusammenstellung z. B. überhaupt nicht.

Verf. verfolgte dann die Radiobacter-Gruppe an Reinkulturen weiter: diese Organismen sollen sowohl denitrifizierend, als auch nitratassimilierend, als auch stickstoffbindend sein, letzteres jedoch nur, wenn genügend eiweißhaltige Lösungen verwendet werden, z. B. in Kartoffelwasser + 0,1 gr Dikaliumphosphat.

In Kulturen von Chlamydomonas + Rohkulturen trat jedoch starke Stickstoffbindung auf, woraus Verf. schließt, daß die Dissimilation wichtig für die Stickstoffbindung ist.

Rippel (Breslau).

Eddelbüttel, Die Bindung des Luftstickstoffs durch Mikroorganismen auf Grund neuerer Arbeiten umfassend dargestellt. (In R. Falck, Mykolog. Untersuchung. u. Ber. Heft II. S. 256—300. Mit 1 Taf.)

Den beiden ersten Abhandlungen in dem vorliegenden II. Heft von Falcks Mykologischen Untersuchungen und Berichten (Jena, Verlag von Gustav Fischer 1916) von Falck über die Sporenverbreitung des Ascomyceten, die über die Anpassungen der Pilze an ihre Verbreitung ganz neue Gesichtspunkte eröffnet und von v. Minden über die Wasserpilze, die die Anregung gibt, erfolgreich in den einzelnen Gegenden Deutschlands den Bestand dieser bisher vernachläßigten Pilzabteilung festzustellen, schließt sich als wichtiger Abschluß des Heftes die für die Gegenwart besonders bedeutungsvolle obige Abhandlung an. Dieselbe gibt in übersichtlicher Darstellung einen Überblick und eine kritische Besprechung der außerordentlich umfang- und zahlreichen Veröffentlichungen über die Bindung des atmosphärischen Stickstoffes durch die Spaltpilze der Azotobacter- und Clostridiumgruppe und ihre gegenseitigen Beziehungen, die der Landwirt wie der Mykologe gleich willkommen heißen wird. Ludwig (Greiz).

Fischer, H., Über die Leistungsfähigkeit luftstickstoffsammelnder Bakterien für die Land- und Teichwirtschaft. (Fühlings landw. Zeitg. 1916. S. 393—406.)

Verf. bespricht die Frage, welche in der Praxis anzuwendenden Faktoren eine Erhöhung der Stickstoffbindung in Teichen und im Feldboden bewirken. In Teichen liegen diese Verhältnisse sehr günstig; es tritt zwar bei Salpeterdüngung eine intensive Salpeter-Zerstörung ein; doch ist andererseits auch starkes N-Bindungsvermögen vorhanden, das vor allem gewissen in Symbiose mit Algen lebenden Bakterien zukommt; über diese Frage ist an dieser Stelle eine ausführliche Mitteilung erschienen. Als einziger ungünstiger Faktor dürfte hier die Phosphorsäure in Betracht kommen. Beim Feldboden liegen die Verhältnisse etwas anders: Es findet hier geringere Salpeterzerstörung, aber auch geringere N-Bindung statt. Von chemischen Meliorationen kommen zur Erhöhung der N-Bindung hauptsächlich in Frage: Kalkung, Phosphorsäuredüngung, Organische Düngung; physikalische Melioration, wie sie durch häufiges Umarbeiten bewirkt wird, wirkt begünstigend auf die N-Bindung durch: Durchlüftung, bessere Verteilung der Niederschläge, Schaffung großer Bodenoberflächen.

Rippel (Breslau).

Omelianski, V. S., u. Solunskoff, M., Über die Verteilung der stickstoffbindenden Bakterien in den russischen Böden. (Arch. d. scienc. biolog. publ. par l'Instit. imper. d. méd. expér. à Petrograd. T. 18. 1915. S. 459—482. Mit 3 Taf.)

—, Über die Bindung des atmosphärischen Stickstoffs durch Mischkulturen. (Ibid. S. 338—377. Mit 1 Taf.)

—, Über die Beziehungen zwischen der Stickstoffbindung und dem Verbrauch der nicht stickstoffhaltigen organischen Substanzen durch die stickstoffbindenden Bakterien. (Ibid. S. 327—337.)

—, Über die Physiologie und Biologie der stickstoffbindenden Bakterien. (Ibid. Bd. 19. 1916. S. 162—208. Mit 1 Taf.) [Russisch, mit franz. Resumé.]

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

Verff. fanden in den verschiedensten Böden in den diversen russischen Gebieten sehr stark verbreitet Azotobakter chroococcum und Clostridium Pasteurianum; nur aus den Sandböden der Kirgisischen Steppen und aus den Moorböden von Archangelsk konnte man Azotobakter nicht isolieren. Die isolierten Rassen beider oben genannten Arten lassen sich morphologisch deutlich voneinander unterscheiden; das Bindungsvermögen ist bei ersterer Art etwas schwächer als bei der zweiten (Unterschiede von 1—3 mg N pro 1 g zersetzten Zuckers). Bezüglich der Mischkulturen: Das Zusammenwirken der N-bindenden und der diese begleitenden Mikroben beruht bei Versuchen im Laboratorium und im Freilande auf verschiedenen Grundlagen, je nach den Eigenschaften der an dem Prozeß beteiligten Arten und je nach der Umgebung, in der sie leben. Folgende Fälle ergaben sich:

1. Die Begleitbakterien binden den Sauerstoff der Luft und schaffen eine anaërobe Umgebung für das Clostridium.
2. Die der Kultur der N-bindenden Mikroben beigegebenen Arten liefern zuweilen die für N-Bindungsvorgang als Energiequelle erforderlichen C-Verbindungen.
3. Im Falle der Verbindung von Azotobakter und Clostridium zerstört ersteres (da alkaliliebend) die von letzterem entwickelten schädlichen Ausscheidungsprodukte (Buttersäure); die Reaktion des Milieus wird aufrechterhalten.
4. Die starke O-Bindung durch die aëroben begleitenden Bakterien begünstigt die Entwicklung von Clostridium, hemmt aber zugleich die Entwicklung des Azotobakters, der ja nur aërob leben kann.

Beachtenswert ist die Symbiose, in der die beiden eingangs erwähnten Organismen leben, es kommt in den oberflächlichen Bodenschichten zu einer gegenseitigen harmonischen Entwicklung, woraus sich das Höchstmaß von Sparsamkeit im Verbrauche der als Energiequellen dienenden Stoffe ergibt. Eine genau studierte Mischkultur der beiden Organismen ergab, daß der N-Bindungsprozeß sich bis zum Verbrauche des verfügbaren energieliefernden Stoffes ununterbrochen weiter entwickelt hat. — In der letzten zitierten Arbeit faßt Verf. die in der Literatur verzeichneten Daten zusammen und ergänzt sie. Matouschek (Wien).

Makrinow, J. A., Ergebnisse der Versuche in Rußland 1915 mit dem Präparat des bakteriologischen Laboratoriums des Landwirtschaftsministeriums zur Bakterienimpfung des Bodens. IV, 83 S. Petersburg 1916. [In russischer Sprache.]

In einer früheren Arbeit hat Verf. dargelegt, daß die häufigen Mißerfolge bei der Anwendung der Bakterienimpfpräparate nicht der Natur der Bodenimpfung mit den N-sammelnden Bakterien zugeschrieben werden dürfen, sondern der schlechten Qualität der benutzten Präparate und der unrationellen Verwendung der genannten Präparate. Verf. geht von einem selbsthergestellten Bakterienpräparat aus, einer Reinkultur von Bacillus radicicola in flüssigem Nährmedium, welche die dem Klee, der Wicke und der Lupine eigenen Rassen umfaßte, und der noch eine Reinkultur von Azotobakter chroococcum zugesetzt wurde. Man impfte die sterile Nährflüssigkeit zunächst mit B. radicicola und dann mit der Kultur von Azotobakter. Das genannte Präparat enthielt etwa 200 ccm

Nährflüssigkeit, es wurde für gut befunden, wenn es Wurzelbakterien enthielt, die nicht nur imstande waren, sich auf den gewöhnlichen Nährboden zu entwickeln, sondern die auch die Fähigkeit besaßen, den freien N zu assimilieren und sich auf den Wurzeln der Pflanze zu entwickeln. Die vielfachen Versuche ergaben: Der Faktor von größter Bedeutung ist die gute Qualität des Präparates. Die Düngemittel tragen viel dazu bei, die Wirkung der Bodenimpfung zu erhöhen. Besonders förderlich sind Kalk, Thomasschlacken, Superphosphat + Kalk, Thomasschlacke + Kalk. Die letzteren sind besonders wichtig. Man vermeide eine Düngung mit Superphosphat allein oder mit K-Salzen-Zusatz. Matouschek (Wien).

Düggeli, M., Beitrag zur Frage über die Bedeutung der freilebenden Stickstoff fixierenden Bodenbakterien für die Ernährung der höheren Pflanzen. (Vierteljahrsschr. d. Naturf. Gesellsch. Zürich. Jahrg. 62. 1917. S. 394—422.)

Die mit Kali und Phosphorsäure, nicht aber mit Stickstoff, gedüngten Versuchsparzellen lassen viel mehr freilebende, Stickstoff fixierende Bakterien vom aëroben Typhus des Azotobacter chroococcum Beij. und vom anaëroben Vertreter Bacillus amylobacter Bred. nachweisen als die gleichzeitig auch mit Salpeter gedüngten Parzellen, bei denen aber die Zahl der denitrifizierenden Spaltpilze eine bedeutend größere ist. Diese Befunde bakteriologischer Natur lassen vermuten, daß in den nie mit N gedüngten Parzellen des Versuchsfeldes (zu Strickhof bei Zürich), begünstigt durch die jährliche Zufuhr von löslicher Phosphorsäure und löslichem Kali, bei Vorhandensein von genügenden Kalkmengen und evtl. weiter nicht studierter fördernder Faktoren, die freilebenden, Stickstoff fixierenden Bodenbakterien eine starke Entwicklung erfuhren und vom 3. Jahre an, unter voraussichtlicher Heranziehung des im Boden schon vorhandenem N-Kapitals, das N-Bedürfnis der gut gedeihenden Futtergräser vollständig zu befriedigen vermochten, so daß innerhalb kurzer Zeit eine bedeutende Ernteseigerung der nicht mit N gedüngten Parzellen erzielt wurde. Weitere Versuche auf verschiedenen Böden mit wechselnden landwirtschaftlichen Kulturpflanzen, unter differierenden klimatischen Verhältnissen, können erst darüber Aufschluß geben, ob, wie im vorliegenden Falle, die freilebenden, N-bindenden Bodenbakterien immer in die Lücke treten und den N-bedürftigen Gräsern gebundenen N liefern, wenn die Zufuhr von N-haltigen Düngemitteln eine Reihe von Jahren konsequent ausgeschlossen wird, oder ob das Resultat des geschilderten Strickhofversuches nur einen Ausnahmefall darstellt. Bei voller Würdigung der Bedeutung der freilebenden, N-fixierenden Bodenbakterien für die Versorgung der Nichtleguminosen unter den Kulturpflanzen mit N ist es zur Erzielung großer Futtererträge doch wirtschaftlich richtiger und sicherer, den Wiesen gebundenen Stickstoff vorab in Form von rasch wirkender Jauche und Stallmist zu verabreichen, als die in der Regel den Hauptbestandteil einer Wiese bildenden Gräser eine gewisse Spanne Zeit N-Hunger leiden zu lassen, bis evtl. die N-fixierenden Bodenbakterien in die Lücke treten. Matouschek (Wien).

Koch, A., Stickstoffversorgung in der Kriegszeit. (Jahresber. d. Vereinig. f. angew. Botan. 1917. S. 53—64.)

Eingehender besprochen wird der Kalkstickstoff, die Düngerkonservierung, ferner die Verbesserung des Bodens durch physikalische Hilfsmittel, insbesondere den Zusatz von Ton nach Versuchen des Verf. (die jedoch von anderer Seite stark in Zweifel gezogen wurden), Stickstoffbindung usw. Einzelheiten im Original. Rippel (Breslau).

Greaves, J. E., Stimulating influence of arsenic upon the nitrogen fixing organisms of the soil. (Journ. agric. Research. Vol. VI. 1916. p. 389—416.)

Verschiedene Arsensalze, vor allem Bleiarsenat, sind der Stickstoffbindung des Bodens förderlich. Pariser Grün ist in keiner Konzentration förderlich, sondern wirkt nur als Gift auf die stickstoffsammelnden Bakterien ein. W. Herter (Berlin-Steglitz).

Greaves, J. E., and Carter, E. G., Influence of barnyardmanure and water upon the bacterial activities of the soil. (Journ. agric. Research. Vol. VI. 1916. p. 889—926.)

Verff. prüften das Verhalten der Bodenbakterien im Kalkboden, der in Töpfen mit verschiedenen Mengen Dünger und wechselnden Mengen Wasser beschickt wurde. Nach 4 Monaten ergaben sich folgende Resultate:

Die Temperatur der gedüngten wie ungedüngten Böden war ungefähr die gleiche, die Temperatur der Böden mit 12,5 Proz. Wassergehalt war etwa 1 Centigrad höher als die mit 22,5 Proz. Wassergehalt. Die größte Organismenzahl, die auf künstlichen Nährböden zum Vorschein kam, stammte von Böden, welche die größte Menge Dünger (25 Tonnen pro Acker = 40 Ar = 2 000 000 Pfund Erde) erhalten hatten. Auf solchen Böden kamen bei 12,5 Proz. Wassergehalt mehr Kolonien zur Entwicklung als bei höherem Wassergehalt.

Die Ammoniakbildung wuchs mit der Düngermenge bis zu 25 Tonnen pro Acker, das größte Anwachsen pro Tonne Dung fand in Böden statt, welche mit 5 Tonnen beschickt worden waren. Die Ammoniakbildung wächst ebenfalls mit dem Wassergehalt, doch nur bis zu 20 Proz. Wassergehalt. In Böden, die 22,5 Proz. Wasser enthielten, war die Ammoniakbildung geringer als in solchen mit 20 Proz. Wasser. Das stärkste Anwachsen pro Wasserreinheit fand statt, wenn der Wassergehalt von 12,5 auf 15 Proz. stieg.

Die Nitrifikation wuchs mit den Dünger- und Wassergaben bis zu 25 Tonnen bzw. 22,5 Proz.

Die Stickstoffbindung war am größten in den Töpfen, welche Düngermengen von 10 Tonnen erhielten. Durch Erhöhung des Wassergehaltes von 12,5 bis 22,5 Proz. wuchs die stickstoffbindende Kraft des Bodens.

Bakteriologische Untersuchungen von brachliegendem Boden, der verschiedene Mengen Dung und verschiedene Mengen Wasser erhielt, ergaben folgendes:

Düngergaben fördern das Nitrifikationsvermögen. Wassergaben setzen es herab.

Auf Agar kamen weniger Organismen aus bebautem als aus brachliegendem Boden zur Entwicklung. Bei Dunggaben zu bebautem Boden wuchs der Bakteriengehalt.

Die Ammoniakbildung war in bebautem Boden geringer als in brachliegendem. Gaben von 5 und 15 Tonnen Dung förderten die Ammoniakbildung.

Die Nitrifikation war in brachliegendem Boden höher als in bebautem Boden. Düngergaben zu bebautem Boden verstärkten die Nitrifikation.
W. Herter (Berlin-Steglitz).

Vogel, Einige Versuche mit N-Kulturen. (Deutsche landw. Presse. 1917. S. 522.)

Die Agrikulturwerke A. Kühn in Berlin haben in den Handel U-Kulturen (Universalkulturen) gebracht, die imstande sein sollen, den Nichtleguminosen eine bestimmte Menge von Stickstoff zu erschließen. Dieses Impfmittel hat nun Verf. bakteriologisch bezüglich des Hafers untersucht. Das Resultat war: Man darf diese Universalkulturen nicht für die Praxis vorderhand empfehlen; man muß den Stickstoffdünger immer noch anwenden. Matouschek (Wien).

Fischer, Hugo, Nitragin-Impfung zu Nicht-Leguminosen. (Westpreuß. Landw. Mitteil. Jahrg. 22. 1917. S. 3; Landw. Centralbl. f. d. Prov. Posen. Jahrg. 45. 1917. S. 35.)

Die sogenannten U-(Universal-)Nitraginkulturen, welche bei nicht zu den Leguminosen gehörigen Nutzpflanzen, wie Getreide, Kartoffeln, Rüben, gute Erfolge geben sollen, können gegenwärtig nicht empfohlen werden, da es wissenschaftlich nicht feststeht, daß die dafür aufgewendeten Kosten und Arbeit durch einen entsprechenden Erfolg aufgewogen wird. Die Kulturen, welche etwa vor einem Jahrzehnt von Bottomley, London, in den Handel gebracht wurden, haben sich nicht bewährt und sind bald wieder von der Bildfläche verschwunden. Welches Los dem Universalnitragin beschieden sein wird, bleibt abzuwarten.

W. Herter (Berlin-Steglitz).

Hiltner, Kann eine Nitraginimpfung auch bei Nichtleguminosen die Stickstoffdüngung ersetzen? (Wochenbl. d. landw. Ver. in Bayern. 1918. S. 95ff.)

Koch, A., Nitragin, N-Kulturen und Nitraginkompost. (Hannov. land- u. forstwirtsch. Zeitg. Jahrg. 71. 1917. S. 219).

Nichtleguminosen (Getreide z. B.) können durch Bodenimpfung mit Hilfe der angegebenen Mittel nicht günstig beeinflußt werden bzw. sind nicht imstande, den Luftstickstoff auszunützen, wie Versuche zeigen. — Von der Landesanstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschutz in Bayern werden vorläufig zu Versuchszwecken andere Bakterienkulturen zur Impfung von Getreide und Rüben abgegeben, nicht aber zur Ausnützung des Luftstickstoffes, sondern zur Aufschließung des im Boden vorhandenen Stickstoffes. Die Kulturen können aber keinen Ersatz der N-Düngung leisten. Die Versuche mit ihnen müßten an vielen Orten vollzogen werden.

Matouschek (Wien).

Pfeiffer, Th., Kruziferm und Gramineen hinsichtlich der Ausnutzung des Stickstoffes im Ackerboden. (Fühlings landw. Zeitg. Jahrg. 64. 1915. S. 521—534.)

Nach Hiltner soll Sinapis alba den Boden an Stickstoff bereichern. Die Versuchsreihen des Verf.s, ausgeführt in Zinkgefäßen, ergaben folgendes:

1. Der auf der Erde der Gefäße belassene weiße Senf bewirkt sogar eine Abnahme der Halerernte. Es erfolgte keine Verwertung des N dieser Art von Gründüngung.

2. Die nur Hafer enthaltenden Gefäße lieferten einen weit höheren Ertrag als die Hafer und Senf enthaltenden Gefäße. Der Senf raubt eben einen Teil des Bodenstickstoffes weg.

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

3. Das Salpeterbildungsvermögen war in den Gefäßen, die Hafer und Senf getragen hatten, geringer als in den Gefäßen, die nur Hafer trugen. Der weiße Senf ist für den Boden und die darauf angebauten Pflanzen keine N-Quelle. Matouschek (Wien).

Heinrich, J. O., Luzerneimpfversuche am Hawkesbury Agricultural College, N. S.-Wales, in den Jahren 1912—1916. (Intern. agr.-techn. Rundsch. VII. 1916. S. 839—842.)

Verf. suchte die verschiedenen Methoden der Samen- und Bodenimpfung ohne oder mit Zufuhr von Düngemitteln zu vergleichen, indem er Luzerne auf Boden anbaute, der noch keine getragen hatte. Der Boden war sandig-tonig und rot. Er führte aus: Impfung der Samen mit Reinkulturen von Luzerne-Knöllchenbakterien, Impfung des Bodens mit Reinkulturen vor der Aussaat, und andererseits nach der Keimung, ferner zu der Zeit, als die Pflanzen sich zur Hälfte entwickelt hatten, die Impfung des Bodens mit einem Luzernefeld entnommener Erde von gleicher Beschaffenheit und mit einem Luzernefeld entnommener Erde verschiedener Beschaffenheit, endlich Impfung der Samen mit Reinkulturen von Wicken-Knöllchenbakterien. Bei jeder dieser Impfung enthielt der Boden keinen Dünger, oder Kalk (2500 kg pro ha), Volldüngung (125 kg Superphosphat, 62,5 kg K_2SO_4 und 62,5 kg schwefelsaures Ammoniak pro ha). Es ergaben sich folgende Schlüsse: Die künstlichen Impfungen mit Kulturen von Luzerne-Knöllchenbakterien sind lange nicht so wirksam für die Erzeugung von Wurzelknöllchen wie die Impfung mit Erde von der gleichen Beschaffenheit wie der zu impfende Boden. Die Impfung mit Bakterien einer von der Luzerne verschiedenen Leguminose ist bei dieser letzteren Pflanze unwirksam. Der Zusatz von Kalk steigert erheblich die Wirksamkeit der Impfung in bezug auf die Knöllchenbildung. Gegenüber den in der Literatur erwähnten Angaben weichen des Verf. Schlußfolgerungen in folgendem ab: Kalkdüngung in Verbindung mit Impfung liefert ein besseres Ergebnis als die Kontrollparzelle (ohne Düngung und Impfung). Dies ist aber nur auf den Kalk allein zurückzuführen, was aus folgendem ersichtlich ist: Ohne Düngung ergibt die Impfung einen geringeren Ertrag als die Kontrollparzelle, während Kalkdüngung ohne Impfung den höchsten Ertrag aller Parzellen aufweist. Die ausschließliche Volldüngung ist viel vorteilhafter als wenn sie in Verbindung mit der Impfung angewandt wird. Daher schließt der Verf.: entweder sind die Berichte aus anderen Erdteilen über die durch Impfung bewirkte bedeutende Ertragssteigerung entschieden optimistisch, oder der Boden, auf dem der Versuch am genannten College angestellt ward, enthält genug Sauerstoff für die Ernte und der durch die dem Boden zugefügten Bakterien gebundene Stickstoff war überflüssig, oder aber die Impfung übt eine schädliche Wirkung aus. Matouschek (Wien).

Bottomley, W. B., The root-nodules of Ceanothus americanus. (Ann. Bot. Vol. 29. 1915. p. 605—610.)

Ohne Impfung bildeten sowohl Ceanothus americanus wie C. velutinus niemals Knöllchen beim Anbau in England. Bei Verwendung von amerikanischem Ausgangsmaterial trat dagegen reichliche Ausbildung von denen den Erlen ähnlichen, perennierenden Knöllchen ein. Diese wurden eingehend untersucht und beschrieben. Hervorgerufen werden auch sie durch Bacterium radicicola, das sich bei entsprechender

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

Prüfung der Reinkulturen auch in diesem Falle befähigt zeigte, den Luftstickstoff zu fixieren. Ceanothus gehört demnach sicher, wie dies schon von Kellerman konstatiert worden ist, zur Gruppe der Stickstoff bindenden Gewächse. Löhnis (Washington).

Jülg, E., Über das angebliche Vorkommen von Bakterien in den „Wurzelknöllchen" der Rhinanthaceen. (Ber. d. Deutsch. botan. Gesellsch. 1916. S. 427—440.)

Vereinzelt waren in der Literatur Fälle angeführt, in denen bei Rhinanthaceen Knöllchen an den Wurzeln, ähnlich den Bakterienknöllchen der Leguminosen, gefunden worden sein sollen. Verf. konnte solche Gebilde nicht auffinden; möglicherweise waren jenes nur Zufallsbildungen.

Auch die Frage, ob die in den Haustorien dieser Pflanzenfamilie vorkommenden geformten Bestandteile Bakterien sind, ist noch ungeklärt. Verf. untersuchte eingehend Melampyrum pratense, nachgeprüft wurden Alectorolophus major und minor. Die Füllung der Haustorien mit den erwähnten Bestandteilen tritt ein, sobald von der Mutterwurzel aus ein Leitbündel zum Haustorialfortsatz zur Ausbildung gelangt. Diese gefüllten Haustorien geben sehr starke Eiweißreaktion, deren Ursache sehr wahrscheinlich diese geformten Bestandteile sind. Diese tingieren sich schwach mit Anilinfarben, aber längst nicht in dem Maße wie die Leguminosenbakterien; sie machen überhaupt nicht den Eindruck von Bakterien.

Kulturversuche aus den gründlich sterilisierten Haustorien auf Nährböden, die analog den Nährböden, auf denen Leguminosen-Bakterien gezüchtet werden, hergestellt waren, verliefen stets negativ. Vergleichende Kulturversuche mit Vicia-Bakterien bei gleicher Behandlung waren von Erfolg. Es besteht somit die größte Wahrscheinlichkeit, daß die fraglichen Körper geformte Eiweißprodukte der Pflanze sind.

Rippel (Breslau).

Fruwirth, Der Einfluß von Hülsenfrüchten auf gleichzeitig neben ihnen erwachsende Gräser. (Fühlings landw. Zeitg. 1917. S. 1.)

Verf. hatte gelegentlich beobachtet, daß französisches Raygras in direkter Nachbarschaft von Luzerne auffallend üppige Entwicklung aufwies. Diese Beobachtung gab Veranlassung zur zahlenmäßigen Feststellung der Erträge von Graspflanzen, welche neben Erbsen und Lupinen bei einem bestimmten Versuche herangewachsen waren. Die festgestellten Gewichte sprechen dafür, daß auch einjährige Hülsenfrüchte einen ertragsfördernden Einfluß auf neben ihnen erwachsende Gräser ausüben können. Vogel (Leipzig).

Piekarski, Andreas, Untersuchungen über die Erhaltung und Umwandlung des Stickstoffs im Rinderharn. [Inaug. Dissertat.] Leipzig 1917.

Die Arbeit beschäftigt sich zunächst mit der Konservierung des wertvollen, im Boden rasch in Pflanzennahrung übergehenden Stickstoffs des Rinderharns durch mechanische und chemische Mittel. Durch beide Arten von Einwirkungen kann das erstrebte Ziel erreicht werden. Hinsichtlich der mechanischen Pflege der Jauche muß die Losung heißen: „völlige Fernhaltung der Luft", hinsichtlich der chemischen Behandlung: „Zugabe sauer reagierender Stoffe bis zum Eintritt einer dauernd sauren Beschaffenheit der Jaucheflüssigkeiten.“ Die Untersuchungen Piekarskis lassen erkennen, daß durch solche Maßnahmen die Erhaltung des Stickstoffs im vollem Umfange erreicht werden kann. Die schließlich erhaltenen, für die Zwecke der Düngung verfügbaren Jauchen unterscheiden sich jedoch sehr wesentlich in bezug auf die Art des in ihnen enthaltenen Stickstoffs. Während bei bloßer mechanischer Pflege der ursprüngliche Harnstickstoff zwar erhalten bleibt, aber fast vollständig, nämlich zu 80—90 Proz., in die leicht flüchtige Form des kohlensauren Ammoniaks übergeht, liegt in den mit Chemikalien behandelten Jauchen der Stickstoff in festerer Bindung vor. Diese Verhältnisse sind für den Erfolg der Jauchedüngung von größter Bedeutung, folgt doch aus ihnen, daß bei Verwendung sorgfältig gewonnener, aber nicht chemisch konservierter Jauche unter Umständen erhebliche Verluste an Stickstoff bei der Düngung selbst eintreten können, während solche bei Benutzung konservierter Jauchen ausgeschlossen erscheinen. Die verwendeten Chemikalien waren Schwefelsäure, Superphosphat und Natriumbisulfat. Das letztere verdient aus Gründen, welche in der Arbeit näher erörtert sind, unter den jetzigen Verhältnissen den Vorzug.

Von Interesse ist alsdann die Feststellung, daß die Umwandlung der verschieden behandelten Jaucheflüssigkeiten im Boden hinsichtlich ihrer Schnelligkeit und Vollständigkeit keine bemerkenswerten Unterschiede aufweist. Trotz der Zugabe der chemischen Mittel bleibt der Jauchestickstoff in leicht nitrifizierbarer Form vorhanden.

Die Arbeit beschäftigt sich dann noch näher mit der Beschaffenheit des durch Jauche bzw. durch Wasser feuchtgehaltenen festen Düngers, eine Frage, welche bei der als zweckmäßig erkannten Art der Düngerpflege von Bedeutung ist. Diese Untersuchungen führten zu dem Ergebnis, daß ein Gemisch von Stroh und festen Exkrementen unter Zugabe von Wasser zu normaler Verrottung gebracht werden kann, daß daher das fehlerhafte und zu großen Stickstoffverlusten führende Feuchthalten des Düngers durch Jauche durchaus entbehrlich erscheint. Schließlich sind die an der Harngärung beteiligten Mikroorganismen genauer studiert worden. Es ergab sich, daß eine ganz bestimmte, anscheinend mit dem Micrococcus ureae Cohn identische Bakterienart in der Mehrzahl der Fälle den Übergang von Harnstickstoff in kohlensaures Ammoniak bewirkt. Vogel (Leipzig).

Vogel, Eine Senkspindel zur raschen und einfachen Ermittlung des Stickstoffgehaltes der Jauche. (Illustr. landw. Zeitg. Jahrg. 30. 1916. S. 277—278.)

Nur bei weitgehend vergorenen Jauchen besteht eine sichere Beziehung zwischen spezifischem Gewichte und Stickstoffgehalte. Mittels einer Jauchespindel und andererseits mittels der chemischen Methode wurde vorgegangen, das Ergebnis bei beiden Methoden ist nahezu das gleiche. Tabellen zeigen, daß in der Mehrzahl der Fälle eine annähernde Ermittlung des N-Gehaltes reiner Rinderjauche ermöglicht wird. Die Jauchespindel zeigt an, wie groß die auf eine bekannte Fläche auszugießende Jauchemenge sein muß, wenn eine N-Düngung von bestimmter Höhe gegeben werden soll. Zeigt z. B. die Jauchespindel einen N-Gehalt von 4—5 g an, so würden zur Verabreichung von 30 kg N auf 1 ha 6000—7500 l dieser Jauche auszubringen sein. Die Angaben der Spindel werden nur wenig alteriert durch Wasserbeimengung, doch stark beeinflußt durch Chemikalienzusatz. Die Jauchespindel wird von der Firma Fr. Hugershoff (Leipzig) hergestellt. Matouschek (Wien).

Gully, Eugen, Das Nitritzerstörungs- und Nritritbildungsvermögen der Moorböden. (Landw. Jahrb. f. Bayern. Jahrg. 6. 1916. S. 1—81.)

Im 1. Kulturjahre gibt das ungekalkte Hochmoor an die Kartoffelknollen nur geringe Mengen an Bodenstickstoff ab, im 2. doppelt soviel. Demnach verwertet die Kartoffelpflanze den Stickstoff des nicht gekalkten Hochmoores im 2. Kulturjahr besser als im 1., im gekalkten Boden trifft aber das Gegenteil zu. Im nassen Jahre üben schon mäßige Kalkgaben ohne Nitratbeidüngung eine ungünstige Wirkung aus, im trockenen Jahre dagegen erst hohe Kalkgaben. Der nachteilige Einfluß steigender Kalkgaben kommt im 2. Kulturjahre verschärft zum Ausdruck. Die Ursache der schädlichen Wirkung des Kalkens ist darin zu suchen, daß der im gekalkten Moorboden sukzessive entstehende Nitrat- und Ammoniakstickstoff alsbald größtenteils bakteriell zerlegt und der Pflanzenernährung entzogen wird. Deshalb fallen im stark gekalkten Hochmoor die Nitritprüfungen in der Regel positiv aus, im nicht gekalkten dagegen negativ. Nur mit N gedüngtes Hochmoorneuland wirft so niedrige Ernten ab, daß bloß das Saatgut wiedergewonnen wird. Es bietet demnach den Kulturgewächsen fast keine assimilierbare Phosphorsäure- und Kalinahrung. Kalk schließt die beiden Bodennährstoffe teilweise auf und bewirkt deshalb eine Ertragssteigerung; letztere ist aber minimal und spricht für die große Armut der Hochmoore an Gesamtphosphorsäure und Kali. Durch den einjährigen Kartoffelbau verarmt der Hochmoorboden noch mehr an Phosphorsäure und Kali, weshalb die Flächen mit alleiniger N- bzw. N- und Kalkdüngung im 2. Jahre noch schlechtere Erträge abwerfen als im ersten. Matouschek (Wien).

Leick, E., Die Stickstoffnahrung der Meeresalgen. (Sonderabdr. d. Naturw. Wochenschr. N. F. Bd. 15. 1916. Nr. 6.)

Die Algenzelle kann, wie jede andere Zelle, nicht ohne Stickstoffnahrung bestehen. Die Meere haben nur einen sehr geringen Gehalt an Nitraten, der aber durch ansehnliche Mengen von Ammoniaksalzen ersetzt wird. Dieser Stickstoffvorrat wird dem Meere durch Süßwasserzufluß, elektrische Entladungen und Bakterienarbeit zugeführt. Die Südmeere sind stickstoffärmer als die Nordmeere, offenbar weil (wie durch Versuche erwiesen) die stickstoffentbindenden Bakterien bei höheren Temperaturen, 20—25°, eine sehr viel lebhaftere Tätigkeit entfalten als bei niederen Temperaturen, etwa von 5°. Ihre denitrifizierende Wirkung auf den Stickstoffgehalt des Wassers muß mithin in den kalten Nordmeeren viel geringer sein als in den warmen Südmeeren, wo sich eine stetig fortschreitende Stickstoffverarmung einstellen wird. Parallel mit dem Stickstoffvorrat der Meere geht ihr Gehalt an Algen. „Je wärmer, also südlicher das Meer, um so algenärmer ist es; je kälter, also nördlicher, um so algenreicher ist es.“

Die Verteilung der Pflanzen im Meer regelt wiederum die Verteilung der Tiere, die ja auf die Planktonnahrung angewiesen sind. Die Zahl der Arten ist zwar in den Tropenmeeren größer als in den polaren Meeren, aber die Individuenzahl ist hier viel gewaltiger; zum Teil auch die Körpergröße der Individuen. Der Gehalt an Planktonorganismen bedingt die Färbung der Meere; die pflanzenarmen Südmeere sind tiefblau die pflanzenreichen Nordmeere grün bis gelb gefärbt.

Durch die Zersetzung der in die Tiefe sinkenden Algen und der Tierleichen reichern sich die Tiefenregionen der Meere fortdauernd an Stickstoff an, während die oberflächlichen Wasserschichten stickstoffärmer werden müssen. Durch Vertikalströmungen, welche in kurzer Zeit große Mengen von Tiefenwasser nach oben treiben, kann ein Ausgleich erfolgen.

H. Detmann (Berlin).

Ehrenberg, Paul, Die Bodenkolloide. Eine Ergänzung für die üblichen Lehrbücher der Bodenkunde, Düngerlehre und Ackerbaulehre. 2. stark verm. u. verb. Aufl. Dresden u. Leipzig (Theod. Steinkopff) 1918.

Die Geologie unterschied früher bei den Mineralkörnern des Bodens nach den Publikationen Steine (> 5 mm), Grand oder Kieskörner (5—2 mm), Sandkörner (2—0,05 mm), Staubkörner (0,05—0,01 mm) und feinste Teile (> 0,01 mm) Korndurchmesser. Dabei wurden ebenso die Kieskörner wie die Sandkörner vielfach noch weiter in Grobkies, Feinkies, die Sandkörner zum Teil in Grobsand, Perlsand, Feinsand zerlegt, um die verschiedenen Schichten einzelner Formationen noch weiter charakterisieren zu können.

Für die Charakterisierung der landwirtschaftlich zu unterscheidenden Bodenarten konnte man diese Einteilung der Bodenkörner beibehalten. (Droysen-Gisevius, Ackerbau. 9. Aufl.; Sitzungsber. d. Physikal.-Ökol. Gesellsch. Königsberg i. Pr. 1898). Man kam auch zu der Erkenntnis, daß die „Feinsten Teile" dabei von besonderer Bedeutung für die Charakterisierung der landwirtschaftlich verschiedenen Bodenarten sind.

Wenn neuerdings bei der Intern. agrogeol. Konferenz für die geologische Bodenuntersuchung die Einteilung etwas anders gewählt wurde, so ändert das in der Hauptsache für die landwirtschaftliche nicht viel ab, denn der Landwirt kann noch heute für seine Zwecke seine vorher angegebene Einteilung der Bodenkörner beibehalten. Wichtig ist und bleibt es nur, daß die Einteilung der Mineralkörner nach dem Korndurchmesser beibehalten wird.

Die geologische Landesanstalt in Berlin brauchte nun vielfach für die „feinsten Teile" auch den Ausdruck „Tonhaltige Teile." Damit war der Eindruck wiedergegeben, daß diese eine andere chemische Beschaffenheit haben, als die gröberen Bodenpartikel. Als Wollny-München später die Bedeutung der Quellkörper oder Kolloide im Boden stärker in den Vordergrund schob, suchte man vielfach deren Verhalten aus ihrer chemischen Beschaffenheit zu erklären, weil sie in vielen Eigenschaften von den gröberen Bodenkörnern abwichen. Zum Teil vermutete man in ihnen amorphe Körper und stellte sie in einen Gegensatz zu den kristalloiden, gröberen Partikelchen. Von landwirtschaftlicher Seite war bereits hervorgehoben (Droysen-Gisevius, Ackerbau), daß mit Abnehmen des Korndurchmessers die Oberfläche im Verhältnis zur Masse enorm wächst. Die auf der Oberfläche der Bodenkörner wirksamen Kräfte (Adhäsion, Elektrizität usw.) müssen daher bei Abnahme des Durchmessers immer deutlicher hervortreten. So konnte hieraus bei ganz besonders feinen Teilchen sehr wohl ein abweichendes Verhalten gegenüber den groben Bodenteilchen abgeleitet werden, auch wenn man darauf verzichtet, sie als chemisch anders zusammengesetzt aufzufassen und daraus die Verschiedenheiten erklären zu wollen. Auf diesen Standpunkt stellt sich Ehrenberg bezüglich der Kolloide, und wir können danach die folgenden Größenunterschiede machen: Steine, Kieskörner, Sandkörner, Staubkörner, Schlammkörner, Quellkörper, Moleküle und Ionen. Wirkt bei den gröberen Körnern bei ihrer relativ großen Masse bei ihrer Verteilung im Wasser die Schwerkraft noch so stark, daß sie mehr oder weniger schnell zu Boden sinken, so können Quellkörper, d. h. ganz winzig feine Teilchen, bei ihrer relativ großen Oberfläche an dem Wasser so starke Reibung erfahren, daß ihr Sinken nur in sehr langen Zeiträumen merklich wird. Ja, es können die auf der Oberfläche wirkenden Kräfte (z. B. elektrische gleichnamige Ladung) sie völlig in der Schwebe halten. Es werden solche Erscheinungen bei den Flüssigkeiten erst recht hervortreten, bei denen, wie bei Lösungen, die Abnahme des Durchmessers so weit geht, daß sie nur noch als Moleküle oder Ionen erscheinen. Den Aufschwemmungen gröberer Partikelchen in Wasser treten demnach die Verteilungen oder Dispersionen der Quellkörper oder die Lösungen mit einem ganz anderen Verhalten gegenüber. In den Aufschwemmungen sind die gröberen Teilchen noch mit unbewaffnetem Auge oder mit Hilfe gewöhnlicher Mikroskope erkennbar, in den Dispersionen die Quellkörperteilchen allenfalls noch mit dem Ultramikroskop wahrnehmbar, während bei Lösungen auch diese Möglichkeit aufhört. So wird uns eine klare, anschauliche Grundlage für die Auffassung von den Quellkörpern geschaffen, auf der wir weitere Schlüsse aufbauen können.

Das Ehrenbergsche Buch geht nun näher darauf ein, welche Kräfte und welche Eingriffe des Menschen oder der Natur selbst eine Vereinigung ganz feiner Teilchen zu gröberen herbeiführen, und welche Kräfte oder Eingriffe umgekehrt die Verteilung der gröberen Teilchen zu ganz feinsten (bis zu Molekülen oder Ionen) herbeiführen können. Wir erklären uns damit leicht den Übergang von Lösungen zu Dispersionen und von diesen zu Aufschwemmungen und umgekehrt. Wir lernen auch die Möglichkeit erklären, daß gasförmige, flüssige, sowie daß feste Partikelchen, in Luftarten verteilt, in Flüssigkeiten verteilt und auch in festen Körpern verteilt, Änderungen ihrer Zustände erfahren können. Ehrenberg wird weiter unser Führer durch die Fragen der Bodenbildung in den verschiedenen Klimaten, aber auch durch die Fragen der Behandlung von verschiedenen Bodenarten, mit einem Worte, durch die Fragen der Bodenpflege. Wie die Einwirkung der Natur selbst auf den Boden besprochen wird, so stellt Ehrenberg auch Theorien zum Verständnis der Wirkung der Eingriffe des Menschen (Grundverbesserung, Bodenbearbeitung, Düngung, Bodenmischung, Bewässerung, Beschattung usw.) auf. Ehrenberg selbst weist wiederholt eindringlich darauf hin, daß uns leider vielfach noch die beste und sichere Basis exakter Forschungen fehlt, und daß die Theorien von wissenschaftlichen Gesichtspunkten unter Benutzung der Beobachtungen der Praxis ausgehen müssen. Man wird mit Ehrenberg der Ansicht sein, daß manches in diesen Theorien später bei der Durchführung exakter experimenteller Forschung geändert werden muß; man wird auch ohne weiteres zugeben, daß in einzelnen Punkten die Ansichten schon heute auseinander gehen können. Man muß bei dem Studium des Ehrenbergschen Buches aber anerkennen, daß er bei seiner umfassenden Kenntnis der einschlagenden Literatur, weitgehend bemüht gewesen ist, das vorliegende Material an Tatsachen, Beobachtungen und an Ansichten übersichtlich zu ordnen und darauf seine Schlüsse und Theorien aufzubauen. Darin liegt auch für den Land- und Forstwirt die Anregung zu eigenen Forschungen und zu eigenen Urteilen. Dasselbe gilt natürlich für einen jeden, der sich mit der Kenntnis des Bodens irgendwie beschäftigt.

Wir verstehen es wohl, wenn Ehrenberg von seinem Standpunkte aus von der „Kolloidchemie" spricht. In Wirklichkeit geht das Buch weit darüber hinaus. Naturgemäß ist Ehrenberg zu der Betrachtung des

Bodens vom Standpunkte der physikalischen Chemie gekommen. Das kann bei der Natur der Sache nur als ein Lob für sein Werk angesehen werden.

Die 2. Auflage des schnell vergriffenen Buches ist wesentlich vermehrt und umgearbeitet; sie ist somit ein neuzeitlich ausgestalteter, sicherer und anregender Führer durch das schwierige, umfangreiche Gebiet der Wissenschaft von den wichtigen „Quellkörpern" im Boden geworden, wie das der Absicht und dem Wunsche des Verf. entspricht. Man kann der 2. Auflage gern die gleiche günstige Aufnahme wie der 1. wünschen und erhoffen.

Gisevius (Gießen).

Aberson, J. H., Bijdrage tot de kennis der zoogenaamde physiologisch zure en alkalische zouten en hun beteekenis voor de verklaring der „bodemziekten". [Beiträge zur Kenntnis der physiologischen alkalischen und sauren Salze und über ihre Bedeutung für die Erklärung der sogenannten Bodenkrankheiten.] Meded. R. H. Land-, Tuin- en Boschbouw-School Wageningen. XI. 1916. p. 1—108. Mit 10 Taf.)

Mannigfache Untersuchungen des Verf. seit 1908 ergaben folgendes: Die genannten Salze üben auf dem Felde sehr wenig Einfluß auf die Bodenreaktion aus. Durch starke Düngungen mit Ammonsalzen wird viel Kalk aus dem Boden gelöst, wodurch die Bodeneigenschaften stark abgeändert werden. Die alkalische und saure Reaktion des Bodens ist nicht Ursache der Dürrfleckenkrankheit des Hafers und der sogenannten Hooghalenschen sauren Krankheit. Die Dürrfleckenkrankheit kommt auf allen Bodenarten vor; wird aber mit Ammonsulfat gedüngt, so hat die Krankheit ein anderes Aussehen als die von der langsameren Nitritbildung verursachte „Saure Krankheit." Beide Krankheiten sind nur graduell voneinander verschieden. Die Krankheit hat ihre Ursache in dem Vorkommen von Nitrit im Boden, der durch Bacillus nitrosus gebildet wird. Er tritt nur dort schädigend auf, wo die Nitrifikation des Bodens nicht genügend stattfindet. Durch eine intensiv wirkende Nitrifikation im Boden wird die Krankheit leicht beseitigt. Der Bazillus wurde reingezüchtet.

Matouschek (Wien).

Skene, M., A Contribution to the Physiology of the Purple Sulphur Bacteria. (The New Phytologist. Vol. 13. 1914. p. 1—17.)

Berücksichtigt wurden nur solche Formen, in deren Körper elementarer Schwefel nachweisbar ist. Es gelangen dem Verf. nur Rohkulturen. Das beste Substrat war da eine mineralische Nährlösung, die Ammonsulfat als N-Quelle und $CaCO_3$ zum Neutralisieren der gebildeten Säure enthielt. Zumeist als wachstumshemmend erwiesen sich viele organische C- und N-Quellen. Ein Wachstum wurde nur bei Gegenwart von H_2S beobachtet; Licht ist für das Wachstum unbedingt nötig. Die echten roten Schwefelbakterien sind also C-autotroph.

Matouschek (Wien).

Jacobsen, H. C., Die Oxydation von Schwefelwasserstoff durch Bakterien. (Folia microbiologica. Vol. 3. 1914. p. 155—162, mit 2 Abb.)

Die Apparate zur Gewinnung von Roh- und Reinkulturen sind abgebildet und beschrieben. Für die Anhäufungsversuche bewährte sich folgende Lösung: 100 Wasser, 0,05 K_2HPO_4, 0,05 NH_4Cl, 0,02 $MgCl_2$, 2 $CaCO_3$ ($MgCO_3$), Spur

$FeCl_3$. Als Impfmaterial diente Schlamm. Aus einem mit Schwefelwasserstoff-Wasser (von bekanntem Gehalt) gefüllten Tropftrichter wurden in mehrtägigen Abständen sehr kleine Mengen (1—2 mg) Schwefelwasserstoff zur Lösung hinzugegeben. Kleine Schwefelwasserstoff oxydierende Bakterien kamen zur Anhäufung. Sie scheiden im Oxydationsprozeß zunächst, und zwar extrazellulär, Schwefel aus; weiterhin wird aber auch dieser oxydiert, und in dieser zweiten Phase findet gleichzeitig Kohlensäureassimilation statt.
Löhnis (Washington).

Brown, P. E., and Kellogg, E. H., The determination of the sulfofying power of soils. (Journ. Biol. Chem. Vol. 21. 1915. p. 73—89.)

Verff. bezeichnen die Oxydation der Schwefelsäure und der Sulfide als „Sulfofication“ (was indessen, genau genommen, nichts anderes als „Schwefelbildung“ bedeutet). Sie wurde in der Weise bestimmt, daß 0,1 g Substanz mit 100g Erde vermischt und 5—10 Tage bei Zimmertemperatur aufbewahrt wurde. Dann wurde 7 Stunden mit 200 ccm Wasser extrahiert, das Sulfat mittels Barium-Chlorid gefällt und mit Hilfe des „Schwefel-Photometers“ bestimmt. Der Prozeß ist vorwiegend biologischer Art. Stallmist und Gründünger sowie verstärkte Lüftung (Sandzusatz) wirken fördernd, Zugabe von Kohlehydraten hemmt. Die optimale Sättigung der Wasserkapazität liegt bei 50 Proz. Löhnis (Washington).

Neue Literatur,

zusammengestellt von

Prof. Dr. OTTO HAMANN,

Oberbibliothekar der Kgl. Bibliothek in Berlin.

Allgemeines, Lehrbücher usw.

Eckstein, Karl, Die Schädlinge im Tier- und Pflanzenreich und ihre Bekämpfung. 3. Aufl. Mit 36 Fig. im Text. 114 S. Kl. 8°. Leipzig (Teubner) 1918. (Aus Natur u. Geisteswelt. 18. Bd.)

Gutzeit, Ernst, Die Bakterien im Haushalt der Natur und des Menschen. 2. Aufl. Mit 13 Abb. (VI, 138 S.) 1918. 8°. Leipzig (Teubner). (Aus Natur u. Geisteswelt. 242. Band. — 1,20 ℳ.)

Hiltner, L., Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz. (Arbeitsziele d. dtsch. Landwirtschaft nach d. Kriege. Berlin (Parey) 1918. S. 475—504.)

Reh, L., Über Einfuhr-Beschränkungen als Schutz gegen die Einschleppung pflanzenschädlicher Insekten. (Ztschr. f. angew. Entomol. Bd. 4. 1918. Heft 2. S. 189—237.)

Roland, J., Unsere Lebensmittel, ihr Wesen, ihre Veränderungen und Konservierung von ernährungsphysiologischem und volkswirtschaftlichem Standpunkt gemeinfaßlich dargestellt. Preisgekr. Arbeit. Mit einer Einführung: Theodor Paul, Wie können wir aus unseren Lebensmitteln besseren Nutzen ziehen? 2. Aufl. Mit Fig. Dresden (Steinkopf). XIX. 263 S. 8°. 9 ℳ.

Schumacher, F., Entomologisches aus dem Botanischen Garten zu Berlin-Dahlem. 1. Orthezia insignis Douglas. (Sitzungsber. Ges. naturf. Freunde. 1918. No. 9/10. S. 379—384.)

Weiß, J. E., Einfluß der Witterungsverhältnisse auf das Auftreten von Pflanzenkrankheiten und tierischen Schädlingen 1916 und 1917. (Ztschr. f. Pflanzenkr. Bd. 38. 1918. Heft 314. S. 116—142.)

Untersuchungsmethoden, Instrumente usw.

Abel, Rud., Bakteriologisches Taschenbuch. Die wichtigsten technischen Vorschriften zur bakteriologischen Laboratoriumsarbeit. 21. Aufl. (VI. 143 S.) Kl. 8°. Würzburg 1918. Leipzig (C. Kabitzsch). Pappbd. 3,40.

Deußen, Ernst, Die Gramsche Bakterienfärbung, ihr Wesen und ihre Bedeutung. (Zeitschr. f. Hyg. u. Infektionskr. Bd. 85. 1918. Heft 2. S. 235—322.)

Hilgermann und **Weissenberg, Richard,** Nematodenzüchtung auf Agarplatten. (Centralbl. f. Bakt. Abt. 1. Orig.-Bd. 80. 91918. Heft 7. S. 467—472.)

Kister, J., Das Seitzsche Wasserentkeimungsfilter. (Gesundheits-Ingenieur. Jahrg. 41. 1918. No. 17. S. 161—162. 2 Fig.)

Kressler, A., Hefeextraktnährböden. (Centralbl. f. Bakt. Abt. 1. Orig.-Bd. 80. 1918. S. 380—383.)

Löwi, Emil, Zur Technik der Anaërobenkultur mittels des Pyrogallverfahrens. (Centralbl. f. Bakt. Abt. 1. Orig.-Bd. 82. 1919. S. 493—496.)

Sikora, H., Trockenkonservierung kleiner Objekte mit Hilfe von Terpineol. (Ztschr. f. wiss. Mikrosk. Bd. 34. 1918. Heft 2. S. 161—164.)

Wiener, Emil, Amöbenfärbung. (Arch. f. Protistenk. Bd. 39. 1918. Heft 1. S. 105—106.)

Systematik, Morphologie.

Burri, R., und **Staub, W.,** Beitrag zur Kenntnis der Bakterien vom Typus des Bakterium casei **d** v. Freudenreich. (Verh. Schweizer Nat. Ges. Jahresvers. 99. 1917. S. 252—253.)

Dietel, P., Über einige neue oder bemerkenswerte Arten von Puccinia. (Ann. Mycol. Vol. 15. 1917. S. 492—494.)

Flatzek, A., Über ein bewegliches, dem Milchsäurestreptococcus (Streptococcus acidi lactici) nahestehendes Bakterium. (Centralbl. f. Bakt. Abt. 1. Orig.-Bd. 82. 1918. S. 234—240.)

Gautier, Cl., Etudes physiologiques et parasitologiques sur les Lépidoptères nuisibles. La pante des Apanteles, parasites de Pieris brassicae. (Compt. rend. soc. biol. T. 81. 1918. No. 15. p. 801—803.)

v. Höhnel, Fr., Fragmente zur Mykologie. 19. Mitt. No. 1001—1030. 20. Mitt. No. 1031—1057. (Sitzungsber. K. Akad. Wiss. Wien. Math.-nat. Kl. S. 283—399. Bd. 126. 1918. Heft 4/5. 20 Fig.)

—, Mycologische Fragmente. 120—190. (Ann. Mycol. Vol. 15. 1917. No. 5. p. 293—383; Vol. 16. 1918. p. 35—174.)

Killian, Karl, Morphologie, Biologie und Entwicklungsgeschichte von Cryptomyces pteridis (Rebent.) Rehm. (Ztschr. f. Bot. Bd. 10. 1918. Heft 2. S. 49—136. 31 Fig.)

Kniep, Hans, Beiträge zur Kenntnis der Hymenomyceten 5. (Ztschr. f. Bot. Jahrg. 9. 1917. S. 81—121. 3 Taf. u. 14 Fig.)

Paillot, A., Deux Microsporidies nouvelles parasites des chenilles. (Compt. rend. soc. biol. T. 81. 1918. No. 2. p. 66—68. Fig.)

—, Perezia legeri n. sp. Microsporide nouvelle, parasite des chenilles de Pieris brassicae. (Compt. rend. soc. biol. T. 81. 1918. No. 4. p. 187—189. 1 Fig.)

—, Coccobacilles nouveaux parasites du Hanneton. (Compt. rend. Acad. Sc. T. 147. 1918. No. 26. p. 1046—1048.)

Schumacher, Josef, Über den Nachweis des Bakterienkerns. (Dermatol. Wochenschr. Bd. 66. 1918. No. 2. S. 17—25; No. 3. S. 38—45. 1 Taf.)

Theißen, F., und **Sydow, H.,** Synoptische Tafeln. (Ann. Mycol. Vol. 15. 1917. No. 6. p. 389—491.)

—, Mycologische Mitteilungen. (Ann. mycol. Vol. 16. 1918. p. 175—188. 4 Fig.)

—, und **Sydow, H.,** Vorentwürfe zu den Pseudosphaeriales. (Ann. mycol. Vol. 16. 1918. 34 p. 5 Fig.)

Wartenweiler, Alfred, Beiträge zur Kenntnis der Gattung Plasmopara. (Ann. Mycol. Vol. 15. 1917. No. 6. p. 495—497.)

Zettnow, Kleine Beiträge zur Morphologie der Bakterien. (Ztschr. f. Hyg. Bd. 85. 1918. S. 17—32. 2 Taf.)

Zschacke, Hermann, Die mitteleuropäischen Verrucariaceen. Nachträge zu 1 und 2. (Hedwigia. Bd. 60. 1918. Heft 1/2. S. 1—9.)

Biologie.

Bally, W., Ein neuer Fall von Symbiose zwischen einem Bakterium und einem Pilz. (Verh. d. naturf. Ges. Basel. Bd. 28. 1917. S. 391—406. 11 Fig.)

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

Bokorny, Th., Die Erzeugung von Fett in den Pflanzen, Fett in der Hefe. (Beih. z. Bot. Zentralbl. Abt. 1. Bd. 35. 1918. S. 171—181.)

Brotli, J., Zur Feststellung der Ustilago nuda im Embryo der Gerste. (Fühlings landw. Ztg. Jahrg. 67. 1918. S. 335.)

Buchner, Paul, Studien an intracellulären Symbionten. 2. Die Symbionten von Aleurodes, ihre Übertragung in das Ei und ihr Verhalten bei der Embryonalentwicklung. (Arch. f. Protistenk. Bd. 39. 1918. Heft 1. S. 34—61. 2 Taf. u. 1 Fig.)

Dewitz, J., Über Hämolysine (Apidolysine) bei Pflanzenläusen. (Zool. Anz. Bd. 50. 1918. No. 2. S. 33—36.)

Euler, Hans, Über die Darstellung von Kohlenhydratphosphorsäureester (Zymophosphat) durch lebende Hefe. (Biochem. Ztschr. Bd. 86. 1918. S. 337—342.)

Fischer, E., Zur Frage der Vererbung der Empfänglichkeit von Pflanzen für parasitische Pilze. (Mykol. Beitr. 8. Mitt. naturf. Ges. Bern 1916. S. 144—156.)

Gäumann, Ernst, Über die Spezialisation der Peronospora auf einigen Scrophulariaceen. (Ann. mycol. Vol. 16. 1918. p. 189—199. 6 Fig.)

—, Über die Formen der Peronospora parasitica (Pers.) Fries. Ein Beitrag zur Speziesfrage bei den parasitischen Pilzen. (Beih. z. Bot. Centralbl. Abt. 1. Bd. 35. 1918. Heft 3. 47 Fig.)

Gautier, Cl., Etudes physiologiques et parasitologiques sur les Lépidoptères nuisibles. Recherches sur les larves de Piérides. (Compt. rend. soc. biol. T. 81. 1918. No. 1. p. 44—46.)

—, Etudes physiologiques et parasitologiques sur les Lépidoptères nuisibles. La ponte des Apanteles, parasites de Pieris brassicae. (Compt. rend. soc. biol. T. 81. 1918. No. 22. p. 1152—1155.)

Harder, Richard, Ernährungsphysiologische Untersuchungen an Cyanophyceen, hauptsächlich den endophytischen Nostoc punctiforme. (Ztschr. f. Bot. Jahrg. 9. 1917. S. 145—248.)

Jordan, K, H. C., Über die Gallmilbe (Oxypleurites carinatus Nal., ihren Schaden und ihre Bekämpfung. (Ztschr. f. angew. Entomol. Bd. 4. 1917. Heft 2. S. 238—266. 17 Fig.)

Keller, C., Die Biologie von Chrysomela aenea und Coleophora fuscedinella. (Verh. Schweizer. Nat. Ges. Jahresvers. 99. 1917. S. 248.)

Klöcker, Alb., Recherches sur les organismes de fermentation. (Compt. rend. trav. Laborat. de Carlsberg. Vol. 11. 1917. Livr. 6. p. 297—329.)

Lengerken, H. v., Lebensweise und Entwicklung des Fliederschädlings Otiorrhynchus rotundatus Siebold. Mit 11 Zeichnungen und 12 Blattselbstdrucken. (Zeitschrift f. angewandte Entomologie. 1918. Bd. 5. Heft 1. S. 67—84.)

Lindet, J., Die Rückstände der Alkoholgärung. Jahrg. 8. 1917. S. 1035—1036.)

Lindner, P., Eine einfache Lösung der Biosfrage. (Wochenschr. f. Brauerei. Jahrg. 35. 1918. S. 320.)

Markowski, Alfred, Botrytis cinerea als Parasit auf Aesculus parviflora Walt. u. Aesculus Hippocastanum. Zugleich ein infektionstechnischer Versuch. Mit Taf. X u. XI. (Beiträge zur Biologie d. Pflanzen. Breslau 1917. Bd. 13. Heft 3. S. 347—375.)

Miehe, Hugo, Anatomische Untersuchungen der Pilzsymbiose bei Casuarina equisetifolia nebst einigen Bemerkungen über das Mykorhizenproblem. (Flora. N. F. Bd. 11/12. 1918. [Festschr. 70. Geb. Ernst Stahl.] S. 431—449. 1 Taf. u. 2 Fig.)

—, Weitere Untersuchungen über die Bakteriensymbiose bei Ardisia crispa. II. Die Pflanze ohne Bakterien. (Jahrb. f. wiss. Botanik. 1917. Bd. 58. S. 29—65. Mit 10 Textfig.)

Molz, E., Zur Biologie der Getreideblumenfliege (Hylemgia coarciata Fall.). (Ztschr. f. angew. Entomol. Bd. 4. 1917. Heft 2. S. 325—326.)

Molliard, Marin, Sur la vie saprophytique d'un Entomophthora (E. Henrici n. sp.). Compt. rend. Acad. Sc; T. 167. 1918. No. 24. p. 958—960.)

Nechleba, Alois, mitget. v. **H. W. Frickhinger,** Neuere Beobachtungen über die Bisamratte. (Naturwiss. Zeitschr. f. Forst- u. Landw. 1917. Jahrg. 15. Heft 10/12. S. 367—372. Mit 4 Abb.)

Neger, F. W., Die wahre Natur der Rußtaupilze. (Die Naturwissenschaften. 1918. No. 3; S. 30—31.)

Nienburg, Wilhelm, Studien zur Biologie der Flechten. 1. 2. 3. (Ztschr. f. Bot. Jahrg. 11. 1919. Heft 1/2. S. 1—72. 10 Fig.)

Oberstein, Coelinius niger Nees als Schmarotzer (natürlicher Feind) der Weizenhalmfliege. (Centralbl. f. Bakt. Abt. 2. Bd. 48. 1918. No. 10/15. S. 286—290. 1 Fig.)

—, Über das Auftreten von Theroilochus morionellus Holmgren als natürlicher Feind des Rapsglanzkäfers (Meligethes aeneus F.) in Schlesien. (Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 49. 1919. Heft 1/4. S; 91—92.)

Paravicini, Eugen, Untersuchungen über das Verhalten der Zellkerne bei der Fortpflanzung der Brandpilze. Burg b. M. (Buchdr. A. Hopfer) 1917. IV. 40 S. u. 6 Taf. 8°. Zürich. Techn. Hochsch. Techn. Diss. 1916/17. 366. Mit 5 Fig. im Text.

Petri, L., Die säurebildende Wirkung des Basidiomyceten Coniophora cerebella auf Bauhölzer. (Ann. del R. Istit. superiore forest. naz. Bd. 2. 1916/17. p. 433—447. 2 Fig.)

Rudau, Bruno, Vergleichende Untersuchungen über die Biologie holzzerstörender Pilze. (Beitr. z. Biol. d. Pflanz. Bd. 13. 1917. Heft 3. S. 375—458. 6 Taf.)

Sartory, A., Sporulation par symbiose chez des champignons inférieurs. (Compt. rend. Acad. Sc. T. 167. 1918. No. 8. p. 302—305.)

Schellenberg, H. C., Zur Kenntnis der Entwicklungsverhältnisse von Mycosphaerella fragariae (Tul.) Lindau. (Vierteljahrsschr. d. naturf. Ges. Zürich. Jahrg. 62. 1917. Heft 1/2. S. 383—393. 2 Taf.)

Schönfeld, F., und **Goslich, Chr.,** Die Abnahme der Zellgröße bei Hefe in leichten Würzen. (Wochenschr. f. Brauerei. Jahrg. 35. 1918. No. 24. S. 153.)

—, und **Krumhaar, H,.** Die Bruch- und Staubform der Hefe — ihre Ursachen. (Wochenschrift f. Brauerei. Jahrg. 35. 1918. No. 52. S. 342—343.)

Schulze, Paul, Das Verhalten artfremder und artgleicher Gallen beim räumlichen Zusammentreffen und andere Miteilungen über Gallen. (Sitzungsber. Ges. naturf. Freunde 1918. No. 9/10. S. 371—379. 7 Fig.)

Seurat, L. G., Dimorphisme sexuel chez les Nématodes. (Compt. rend. soc. biol. T. 81. 1918. No. 21. p. 1099—1101. 3 Fig.)

Széll, L. v., Verlauf der wichtigsten biochemischen Prozesse bei der gemischten Gärung. Ungarisch. (Mitt. d. Versuchsstationen Ungarns. 1917. Jahrg. 20. Heft 2. S. 449—460. Dtsch. Ref. S. 461.)

Völtz, W., Über die Verwertung der Brauereihefe im Vergleich zu der Mineralhefe durch den tierischen Organismus nach Versuchen an Hunden und an Wiederkäuern (Schafen) (Wochenschr. f. Brauerei. Jahrg. 36. 1919. No. 7. S. 43—45.)

Weinwurm, E., Über Trockenhefe (Nähr- und Futterhefe). (Chemiker Ztg. Jahrg. 42. 1918. S. 617—619; 622—623.)

Zikes, Heinrich, Über die Anpassungsfähigkeit der Hefe an verschiedene Temperaturen. (Allg. Ztschr. f. Bierbr. u. Malzfabr. Jahrg. 46. 1918. No. 49. S. 360—361.)

Beziehungen der Bakterien und Parasiten zur unbelebten Natur.

Luft, Wasser, Boden.

Bender, Willy, Untersuchungen über die Brauchbarkeit der Dräger-Aqua-Taschenapotheke zur Entkeimung von Trinkwasser. (Hyg. Rundsch. Jahrg. 28. 1918. No. 5. S. 141—147. No. 6.)

Costa, S., et **Pecker, H.,** Epuration de l'eau par hypochlorure de sodium. (Compt. rend. soc. biol. T. 81. 1918. No. 1. S. 35—36.)

Düggeli, M., Über die Bedeutung der freilebenden Stickstoff fixierenden Bodenbakterien für die Landwirtschaft. (Verh. Schweizer Nat. Ges. Jahresvers. 99. 1917. S. 251—252.)

—, Bakteriologische Beobachtungen am Ritomseewasser. (Verh. Schweizer Nat. Ges. Jahresvers. 99. 1917. S. 263—264.)

Klut, Hartwig, Die chemische Trinkwasseruntersuchung. (Hyg. Rundsch. Jahrg. 28. 1918. No. 22. S. 765—773; No. 23. S. 797—806.)

Milch, Molkerei.

Allemann, O., Zur Frage der Milchgerinnung und der physikalischen Beschaffenheit des Milchkoagulums. (Kolloid-Zeitschrift. 1919. Bd. 24. Heft 1. S. 27—42. Mit 2 Fig.)

Eykmann, Chr., Milchverfälschung durch Wasserzusatz. 20 S. 4°. Berlin (Verlag von R. Schötz) 1917. Vet.-med. Diss. Bern.

Haglund, E., Bekämpfung des Lauchgeschmacks in Milch und daraus hergestellter Butter. (Molkerei-Ztg. Berlin 1918. No. 18. S. 104—105.)

Höyberg, H. M., Spielt die Erwärmung der Milch eine Rolle für die Bestimmung des Zelleninhaltes? (Zeitschr. f. Fleisch- u. Milchhyg. Jahrg. 28. 1918. Heft 12. S. 157—159.)

Kürsteiner, J., Einführung und Anwendung selbstgezüchteter Milchsäurebakterienkultur (Käsereikultur) in Alpkäsereien. (Alpinwirtschaftl. Monatsbl. 1917, Bericht über d. alpinwirtschaftl. Ortskurse d. Schweizer alpinwirtschaftl. Ver. Sommer 1917. 15 S. 1 Fig.)

Martiny, B., Über Milchgefäße aus Zink. (Molkerei-Ztg. Berlin 1918. No. 44. S. 259—260.)

Strohecker, R., Der Wert der fett- und zuckerfreien Trockensubstanz für die Beurteilung der Milch. (Zeitschrift f. d. Unters. d. Nahr.- u. Genußmittel. 1918. Bd. 35. Heft 4/5. S. 153—158.)

Thiele, R., Die Milchkontrolle in Polen links der Weichsel. (Ztschr. f. Hyg. u. Infektkr Bd. 86. 1918. Heft 2. S. 263—276.)

Vas, Karl, Gemeinsame Säurebildung des Bacterium bulgaricum und Streptococcus lactis im Yoghurt. (Mitt. d. Versuchsstationen Ungarns. 1917. Jahrg. 20. Heft 2. S. 400—410 Deutsches Ref. S. 411.)

Winterstein, E., Über die stickstoffhaltigen Bestandteile des Emmentaler- und des Magerkäses. (Verh. Schweizer Nat. Ges. Jahresvers. 99. 1917. S. 255—256.)

Wein, Weinbereitung.

De Astis, G., Die durch die Gärung verursachte Volumverringerung des Mostes. (Le stazioni sperimentali agrarie italiane. Bd. 50. Heft 2. S. 87—96. 1917. 2 Fig. — Ref. in: Int. Agr.-Techn. Rundschau. 1917. Bd. 8. Heft 7. S. 660.)

Borntraeger, A., und **De Astis, G.,** Die Verringerung des Mostvolumens bei der Gärung (1). (Giorn. vinicolo italiano. No. 26. S. 302—304; No. 37. S. 436—437. — **De Astis, G.,** Ebenda. No. 29. S. 340; No. 42. S. 496—497. Casale Monferrato 1917. — Ref. in: Int. Agr.-Techn. Rundschau. 1917. Bd. 8. Heft 12. S. 1033.)

Hauptversammlung des Württembergischen Weinbauvereins im „Herzog Christoph“ in Stuttgart am 2. Juni 1918. (Weinbau. Jahrg. 17. 1918. No. 6. S. 41—49.)

Kayser, E., Beitrag zum Studium der bitteren Weine. (Revue de Viticulture. Paris. 47. Bd. No. 1205. S. 70—75. — Ref. in: Int. Agr.-Techn. Rdsch. 1917. Bd. 8. Heft 9. S. 824—827.)

Laborde, J., Beitrag zum Studium der Aldehyde des Weines. (J. in Ann. de l'Institut Pasteur. Bd. 31. No. 5. 1917. p. 215—252.)

Mensio, C., Versuche über die Entsäuerung der Weine in Italien. (Le Stazioni Sperimentali Agrarie Italiane. 1917. Bd. 50. Heft 3/5. S. 225—244.)

Meissner, Zum 50jährigen Jubiläum der K. Weinbauschule in Weinsberg. (Der Weinbau. Jahrg. 17. 1918. No. 5. S. 35; No. 7. S. 54—56.)

—, Weingärtner, spart an Kupfervitriol! Schwefelt! Bekämpft den Sauerwurm. (Der Weinbau. Jahrg. 17. 1918. No. 7. S. 54.)

Bier, Bierbereitung.

Bertel, Ed., Biererzeugung in Kriegszeit. (Allg. Ztschr. f. Bierbr. u. Malzfabr. Jahrg. 46. 1918. No. 21. S. 153—156.)

Cluss, Ad., Die Tätigkeit der Abteilung für Betriebskontrolle und technisches Versuchswesen im Jahre 1916/17. (Allg. Ztschr. f. Bierbr. u. Malzfabrik. Jahrg. 46. 1918. No. 10. S. 77—81.)

—, Zuckerrübe als Malzersatzstoff. (Allg. Ztschr. f. Bierbr. u. Malzfabrikat. Jahrg. 46. 1918. No. 40. S. 297—303; No. 41. S. 305—310; No. 42. S. 313—316; No. 43. S. 317—320.)

—, und **Koudelka, Viktor,** Versuche im Laboratorium und in der Praxis über die Verarbeitung von Rüben in der Brauerei. (Allg. Ztschr. f. Bierbr. u. Malzfabrik. Jahrg. 46. 1918. No. 45. S. 329—333; No. 46. S. 335—339; No. 47. S. 343—347; No. 48. S. 351—355.)

Gauba, Theodor, Hopfenbau im Kriegsjahr 1917. (Allg. Ztschr. f. Bierbr. u. Malzfabrik. 1918. No. 5. S. 36—39.)

Gschwender, G., Die Brauindustrie unserer Nachbar- und unserer Feindesstaaten zur Zeit des Kriegsausbruches. (Allg. Ztschr. f. Bierbr. u. Malzfabrik. Jahrg. 46. 1918. No. 27. S. 203—207; No. 28. S. 211—215; No. 29. S. 219—224.)

Heuß, Robert, Über den Nachweis von Zuckercouleur im Bier. (Ztschr. f. d. ges. Brauw. 1918. No. 41. S. 139—141.)

—, Beeinflussung des Hefelebens durch die Kriegswirtschaftlichen Verhältnisse. (Allg. Ztschr. f. Bierbr. u. Malzfabr. Jahrg. 47. 1919. No. 2. S. 7—9.)

—, Literarische und zymotechnische Rückblicke auf das Jahr 1918. (Allg. Ztschr. f. Bierbr. u. Malzfabr. Jahrg. 47. 1919. No. 5—13.)

—, Über den Nachweis von Zuckercouleur im Bier. Autoref. (Allg. Ztschr. f. Bierbr. u. Malzfabrik. Jahrg. 46. 1918. No. 19. S. 139—141.)

Kotrba, G., Die in ungarländischen Bieren vorkommenden schädlichen Bakterien. Ungarisch. (Mitt. d. Versuchsstationen Ungarns. 1917. Jahrg. 20. Heft 2. S. 463—502. Dtsch. Ref. S. 503.)

Koudelka, V., Czirok. (Allg. Ztschr. f. Bierbr. u. Malzfabrik. Jahrg. 41. 1918. No. 4. S. 22—25.)

—, Das Flambieren der Lagerfässer und Gärbottiche und der neue elektrisch geheizte Heißluft-Flambierapparat „Klein-Schwechat" des Braumeisters W. A. Kurz. (Allg. Ztschr. f. Bierbr. u. Malzfabrik. Jahrg. 46. 1918. No. 5. S. 34—36. 1 Fig.)

Lindner, P., Bier aus Kleie, ein Zukunftsprogramm. (Tageszeitg. f. Brauerei. Jahrg. 16. 1918. S. 715.)

Micksch, Karl, Einiges von der Bierfarbe. (Allg. Ztschr. f. Bierbr. u. Malzfabrik. Jahrg. 46. 1918. No. 15. S. 109—111; No. 16. S. 115—116.)

—, Der Nährwert der Getränke. (Allg. Ztschr. f. Bierbr. u. Malzfabr. Jahrg. 46. 1918. No. 22. S. 161—163.)

Prautl, Karl, Über den von der Kohlensäure des Bieres in gespundeten Fässern ausgeübten Druck und die Wirkung desselben auf den Verlauf der Gärung. (Wochenschr. f. Brauerei. Jahrg. 36. 1919. No. 5. S. 27—30.)

Reichard, Albert, Über Säurebestimmungen in Gersten vermittelst der Stufennitration (Ztschr. f. d. ges. Brauwesen. Jahrg. ??. 1918. S. 57. — Ref. v. Friedrich Pichler. Allg. Ztschr. f. Bierbr. u. Malzfabr. Jahrg. 46. 1918. No. 20. S. 145—147; No. 21. S. 156—157.)

Schönfeld, F., und **Goslich, Chr.,** Die Stickstoffentnahme bei der Gärung leichter Biere. (Wochenschr. f. Brauerei. Jahrg. 35. 1918. No. 23. S. 145.)

—, und **Korn, M.,** Die Einwirkung von Reizstoffen auf die Maltase sowie der Einfluß der Lagerung unter Wasser und Bier. (Wochenschr. f. Brauerei. Jahrg. 35. 1918. No. 21. S. 129—132.)

Will, H., Warum sind die Kriegsbierhefen dunkel gefärbt? (Ztschr. f. d. ges. Brauwesen. Jahrg. 41. 1918. S. 181. — Ref. v. Robert Heuß in: Allg. Ztschr. f. Bierbr. u. Malzfabr. Jahrg. 46. 1918. No. 31. S. 233—234.)

Windisch, W., Über die Trübungen, Verfärbungen und Geruchsverschlechterung der Dünnbiere. (Wochenschr. f. Brauerei. Jahrg. 35. 1918. No. 48—52.)

—, Über die Krankheiten der heutigen Dünnbiere, ihre Ursachen und Verhütung, sowie über die Bedeutung des Brauwassers und dessen Verbesserung für die jetzigen und späteren Bierverhältnisse. (Wochenschr. f. Brauerei. Jahrg. 35. 1918. No. 24. S. 153—156.)

Wöllmer, W., Über das Verhalten der Bitterstoffe des Hopfens beim Kochen mit Würze. (Ztschr. f. d. ges. Brauwesen. 1918. — Ref. von Robert Heuß in: Allg. Ztschr. f. Bierbr. u. Malzfabrik. Jahrg. 46. 1918. No. 13. S. 99—101.)

—, **Wilhelm,** Über die Maßanalytische Bestimmung der Phosphorsäure in Brauereimaterialien nach der Methode von B. Pfyl. (Ztschr. f. d. ges. Brauwesen. N. F. Jahrg. 41. 1918. No. 20. S. 145—147.)

—, Über die maßanalytische Bestimmung der Phosphorsäure in Brauereimaterialien nach der Methode von B. Pfyl. (Allg. Ztschr. f. Bierbr. u. Malzfabr. Jahrg. 46. 1918. No. 23. S. 169—170.)

Zikes, Die Bestimmung der Oxalsäure im Biere nach Arminius Bau. (Allg. Ztschr. f. Bierbr. u. Malzfabrik. Jahrg. 46. 1918. No. 14. S. 103—105.)

—, **Heinrich,** Wechselbeziehungen der anorganischen zur organischen Spiritusindustrie. (Allg. Ztschr. f. Bierbr. u. Malzfabr. Jahrg. 46. 1918. No. 20. S. 147.)

—, Bericht über die Tätigkeit der gärungsphysiologischen Abteilung der Versuchsstation. (Allg. Ztschr. f. Bierbr. u. Malzfabr. Jahrg. 47. 1919. No. 7. S. 45—48.)

—, Einige biologische Fragen über Zuckerrübenbier. (Allg. Ztschr. f. Bierbr. u. Malzfabrik. Jahrg. 47. 1919. No. 10. S. 67—71; No. 11. S. 75—80; No. 12. S. 83—87; No. 13. S. 92—94.)

Fleisch.

Heine, Paul, Hilfsbuch für Fleischbeschauer. 4. Aufl. Hannover (Schaper) 1919. IV. 125 S. 8⁰. 2,80 *M*.

Raebiger, H., Zur Beurteilung des Fleisches mit Kampfer. (Zeitschrift f. Fleisch- u. Milchhygiene. Jahrg. 29. 1919. Heft 9. S. 117—118.)

Reuter, M., Zur Beurteilung vergifteten Fleisches. (Zeitschr. f. Fleisch- u. Milchhyg. Jahrg. 29. 1918. Heft 2. S. 17—19; Heft 3. S. 31—34; Heft 4. S. 44—47; Heft 7. S. 88—89; Heft 8. S. 88; Heft 9. S. 102.)

Seel, Eugen, Zeeb, Elisabeth, und **Reihling, Karl,** Die mikroskopische Untersuchung von Fleisch- und Wurstwaren. (Zeitschr. f. Unters. d. Nahr.- u. Genußmittel. Bd. 37. 1919. Heft 1/2. S. 1—17.)

Andere Nahrungsmittel.

Bausenwein, Ludwig, Das Hühnerei in sanitäts- und marktpolizeilicher Hinsicht. (Zeitschrift f. Fleisch- u. Milchhygiene. 1919. Jahrg. 29. No. 7. S. 85—88; No. 8. S. 99—102.)

Beckurts, Heinrich, Chemie der Nahrungs- und Genußmittel. (Jahrb. d. Chemie. Jahrg. 26. 1916. Braunschweig 1917. S. 244—254.)

Brooks, Charles, und **Cooley, J. S.,** Die Wirkung der Temperatur auf die Entwicklung der Fäulnis bei eingelagerten Äpfeln. (Journ. of Agricult. Res. Bd. 8. 1917. No. 4. p. 139—163. Abb. 1—25. 25 Fig. — Ref. in: Int. Agr.-Techn. Rundschau. 1917. Bd. 8. Heft 8. S. 757.)

Herter, W., und **Fornet, A.,** Systematische Studien über das Schimmeln des Brotes und deren praktische Nutzanwendung. (Zeitschrift f. d. ges. Getreidewesen. 1917. Jahrg. 9. Heft 11/12. S. 285—293.)

Lindner, Paul, Über Teekwaß und Teekwaßpilze. (Mikrokosmos, Zeitschr. f. angew. Mikroskopie usw. 1918. Bd. 11. Heft 6. S. 93—98.)

Seligmann, Erich, Zur Bakteriologie des fadenziehenden Brotes. Ein Beitrag zur Artentstehung im Bakterienreiche. (Centralbl. f. Bakt. Abt. 1. Orig.-Bd. 83. 1919. Heft 1. S. 39—50. 1 Taf.)

Sherman, J. M., Beitrag zur Bakteriologie des Sauerfutters. (Journ. of Bacteriol. Bd. 1. 1916. No. 4. p. 445—451.)

Beziehungen der Bakterien und Parasiten zu Pflanzen.

Krankheitserregende Bakterien und Parasiten.

Blanchard und **Perret,** Studien über die Blattrollkrankheit der Kartoffeln in Frankreich.

Boas, Friedrich, Zur Kenntnis des Rußtaues der Johannisbeere und verwandter Erscheinungen. (Ztschr. f. Pflanzenkr. Bd. 38. 1918. Heft 3/4. S. 114—116.)

Chittenden, F. H., und **Howard, Neale F.,** Phyllotreta armoraciae, schädlicher Käfer auf Meerrettich in Nordamerika. (United St. Department of Agric. Bull. No. 535. p. 1—16. Washington, D. C., 1917. 4 Fig.)

Coaz, J., Über die Verbreitung der Mistel (Viscum album L.) in der Schweiz. (Naturwiss. Zeitschrift f. Forst- u. Landw. 1918. Heft 3/8. S. 138—195. Mit 3 Abb.)

Del Vecchio, C., Phytomyza flavicornis, schädlicher Zweiflügler auf dem Mailänder Kohl in der Lombardei, Italien. (Natura. Bd. 8. 1917. Heft Januar—April. p. 75—77. Mailand 1917. 2 Fig.)

Die Heuschreckenplage und ihre Bekämpfung. Auf Grund der in Anatolien u. Syrien während d. J. 1916 u. 1917 gesamm. Erfahrungen dargest. Herausgeg. v. H. Bücher. Berlin (Parey) 1918. XIII. 274 S. 8⁰. 20 Taf. u. 42 Fig. (Monogr. z. angewandten Entomol. 3. Beih. z. Ztschr. f. angew. Entomol. No. 3.)

Doane, R. W., Schädliche Milben auf kultivierten krautigen Pflanzen und Bäumen in Utah, Vereinigte Staaten von Amerika. (Science. N. F. Bd. 46. 1917. No. 1182. p. 192.)

Dufrenoy, Jean, Sur les tumeurs du pin maritime. (Compt. rend. Acad. Sc. T. 166. 1918. No. 8. S. 355—356.)

Ehrenberg, Paul, Zur Frage der Beizung des Winterweizens gegen Steinbrand. (Fühlings Landw. Ztg. 1918. Jahrg. 67. Heft 23/24. S. 425—432.)

Eiselt, Erwin, Steigerung der Kartoffelerträge. Die Pflanzenkrankheiten in ihrer Beziehung zur Praxis. (Wiener Landw. Ztg. 1918. No. 29. S. 222—223.)

Esmarch, F., Die wichtigsten Kartoffelkrankheiten. (Naturwiss. Wochenschrift. 1919. N. F. Bd. 18. No. 7. S. 89—98. Mit 7 Abb.)

Fraser, W. P., Über die Überwinterung von Venturia inaequalis („Schorfkrankheit des Apfelbaumes“) in Kanada (1). (Science. N. F. Bd. 46. 1917. No. 1186. p. 280—282.)

Freysoldt, L., Die Brandkrankheiten des Getreides und die Mittel zu ihrer Bekämpfung. (Illustr. Landw. Ztg. 1918. No. 83/84. S. 355—356.)

Frickhinger, H. W., Die Mehlmotte, Lebensweise, Bekämpfung. 63 S. 16 Abb. im Text. 8⁰. München (Verlag Natur u. Kultur) 1918. 2,50 ℳ.

Friederichs, K., Zur Organisation des kolonialen Pflanzenschutzes. (Der Tropenpflanzer. 1918. Jahrg. 21. Heft 11. S. 311—323.)

Fulmek, L., Die Milbenschwindsucht des Hafers. (Nachrichten d. DLG. f. Österreich 1919. No. 1. S. 6—8. Mit 4 Abb.)

Garbowski, L., Der Getreidemeltau (Sclerospora macrospora) im Gouvernement Podolien, Rußland. (Bull. trimestriel Soc. Mycol. de France. Bd. 33. 1917. Heft 1—2. S. 33.)

Gentner, Georg, Über durch Macrosporium sarciniforme Cav. hervorgerufene Erkrankungen der Luzerne und des Klees. (Praktische Blätter f. Pflanzenbau u. -schutz. 1918. Heft 9/10. S. 97—105. Mit 2 Abb.)

Grassi, B., e **Topi, M.,** Gibt es mehrere Reblaus-Rassen? (Rendiconti delle sedute della Reale Accademia dei Lincei, Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali. 5. Folge. 1. Halbjahr 1917. 26. Bd. 5. Heft. S. 265—273.)

Haenel, K., Maikäferplage und Vogelschutz. (Zeitschrift für angewandte Entomologie. 1918. Bd. 5. Heft 1. S. 34—42.)

Herold, Werner, Zur Kenntnis von Agrotis segetum Schiff. (Saateule). (Zeitschrift f. angewandte Entomologie. 1918. Bd. 5. Heft 1. S. 47—60. Mit 9 Textabb.)

Heß, Alb., Die Kohlweißlingplage in der Schweiz im Sommer 1917. (Ztschr. f. angew. Entomol. Bd. 4. 1917. Heft 2. S. 332—334.)

Hiltner, L., und **Gentner, G.,** Über den Zusammenhang der Blattrollkrankheit der Kartoffel mit der Stärkeanhäufung in ihren Blättern. (Praktische Blätter f. Pflanzenbau u. -schutz. 1918. Bd. 16. Heft 11/12. S. 138—141.)

Hollrung, M., Über das „Kälken" des Sommerweizens. (Dtsche Landw. Presse. 1919. Jahrg. 46. No. 16. S. 99—101.)

Killian, Karl, Über die Unterschiede der Monilia cinerea an Süß- und Sauerkirschen. (Jahresbericht. d. Vereinigung f. angewandte Botanik. 15. Jahrg. 1917. Heft 2. S. 158—161.)

Klebahn, H., Peridermiun pini (Willd.) Kleb. und seine Übertragung von Kiefer zu Kiefer. (Flora. N. F. Bd. 11/12. 1918. [Festschr. 70. Geb. Ernst Stahl.] S. 194—207. 2 Taf. u. 1 Fig.)

Kleine, R., Die Kartoffelkrankheiten 1918 und die sich daraus ergebenden Maßnahmen zur Einmietung und Aufbewahrung. (Pommernblatt. Stettin 1918. No. 44. S. 464—466.)

Köck, G., Der Getreideschneeschimmel (Fusarium nivale). (Nachr. d. Dtsch. Landw. Gesellsch. f. Österreich. 1918. Jahrg. 2. No. 11. S. 88—89. Mit 2 Abb.)

Lang, Wilhelm, Beobachtungen über das Auftreten des Gelbrostes. (Festschrift z. Feier d. 100jährigen Bestehens d. Württembergischen Landw. Hochschule Hohenheim. Stuttgart 1918. S. 84—102.)

Lécaillon, Beobachtungen über Meigenia floralis, einen Schmarotzer von Colaspidema atra in Frankreich. (Compt. rend. des séances de l'Acad. d'Agricult. de France. Bd. 3. 1917. No. 30. p. 881—885.)

Lendner, A., Sclerotinia Matthiolae n. sp. auf Matthiola valesiaca und anderen Kreuzblütlern in der Schweiz. (Bull. Soc. bot. de Genève. 2. Folge. Bd. 9. 1917. No. 1—3. S. 21—29. 3 Fig.)

Markowski, Alfred, Botrytis cinerea als Parasit auf Aesculus parviflora Walt- und Aesculus hippocastanum. (Beitr. z. Biol. d. Pflanz. Bd. 13. 1917. Heft 3. S. 347—374. 2 Taf.)

Müller, H. C., und **Molz, E.,** Beobachtungen über das Auftreten der Erdraupen der Saateule (Agrotis segetum Schiff.) im Jahre 1917. (Zeitschrift f. angewandte Entomologie. 1918. Bd. 5. Heft 1. S. 43—46.)

Osterwalder, A., Didymella applanata, ein Schmarotzer des Himbeerstrauches in der Schweiz. (Schweizer. Obst- u. Gartenbau-Ztg. 1917. No. 12. S. 175—177.)

Petri, L., Über die Ursachen der Erscheinung bleifarbiger oder silberweißer Blätter an den Bäumen. (Ann. del R. Istit. super. forest. naz. Bd. 2. 1917. 11 S. 2 Abb. 1 Taf.)

Schmitt, Cornel, Insekten als Blattminierer. (Naturwiss. Wochenschr. N. F. Bd. 17. 1918. No. 51. S. 721—724. 9 Fig.)

Schulz, Ulrich K. T., Beiträge zur Biologie des Apfelblütenstechers (Anthonomus pomorum). (Sitzungsber. Ges. naturf. Freunde. 1918. No. 9/10. S. 363—371.)

Schulze, Paul, Mischgallen und behaarte Hörnchengallen bei unseren Linden. (Sitzungsber. d. Ges. naturf. Freunde. Berlin 1917. No. 8. S. 519—524. 7 Fig.)

Schumacher, F., Die Insekten d. Mistel- u. verwandter Loranthaceen. Naturw. Zeitschrift f. Forst- u. Landw. 1918. Jahrg. 16. Heft 3/8. S. 195—238.)

Schwartz, M., Die Erdraupenplage. (Mitt. d. Dtsch. Landw. Gesellschaft. 1918. No. 15. S. 214—216.)

Sendlaczek, Beziehungen zwischen dem Klima und dem Entwicklungsgang des Fichtenspinners oder der „Nonne" (Liparis monacha = Lymantria monacha) nach Untersuchungen in Böhmen. (Österreich. Forst- und Jagd-Ztg. Jahrg. 34. 1916. No. 44. S. 259—260.)

Stellwaag, F., Das Massenauftreten des Rebstechers (Byctiscus betulae L.) in der Rheinpfalz im Frühjahr 1917. (Ztschr. f. angew. Entomol. Bd. 4. 1917. Heft 2. S. 274—277.)

Sylvén, Nils, Über den Kieferndreher Melampsora pinitorqua (Braun) Rostr. (Naturwiss. Zeitschrift f. Forst- u. Landwirtschaft. 1918. Heft 3/8. S. 118—127.)

Topi, Mario, Bekämpfungsversuche des einbindigen und des bekreuzten Traubenwicklers (Polychrosis botrana und Conchylis ambiguella) in Piemont, Italien. (Rendic. sedute R. Accad. dei Lincei, Classe di Sc. fis., mat. e nat. 5. Folge. 1. Halbjahr 1917. Bd. 26. 1917. Heft 4. S. 258—261.)

Tragardh, Ivar, Untersuchungen über einige schädliche Forstinsekten in Schweden. Vorl. Mitt. (Zeitschrift f. angewandte Entomologie. 1918. Bd. 5. Heft 1. S. 98—104. Mit 8 Textabb.)

Tschirch, A., Hundert Jahre Mutterkornforschung. (Pharmazeut. Post. Wien 1918. Jahrg. 51. No. 2—8.)

Uzel, H., Bericht über Krankheiten und Feinde der Zuckerrübe in Böhmen und der mit derselben abwechselnd kultivierten Pflanzen im Jahre 1916. (Zeitschrift f. Zuckerindustrie in Böhmen 1917/18. Jahrg. 42. S. 228—233.)

—, Über die Beurteilung des Rübensamens vom phytopathologischen Standpunkte aus. (Zeitschrift f. Zuckerindustrie in Böhmen. Jahrg. 42. 1917/18. S. 364—370.)

—, Über Krankheiten und Schädiger der Samenrübe in Böhmen in den Jahren 1916 und 1917. (Zeitschrift f. Zuckerindustrie in Böhmen. Jahrg. 42. 1917/18. S. 423—430.)

Voges, Ernst, Das diesjährige Auftreten der Schädlinge in Feld und Gärten. (Deutsche Landw. Presse. 1918. No. 56. S. 341; No. 57. S. 347.)

Voglino, P., Beobachtungen in Piemont über die Bekämpfung von Diaspis pentagona durch Prospaltella berlesei im Jahre 1916. (R. Osservatorio di Fitopatologia di Torino (Autonomo), Relazione del Direttore. 11 S. Turin 1917.)

Werth, C., Das Mutterkorn des Getreides und andere Gräser. (Deutsche Landw. Presse. 1919. No. 10. S. 53. Mit Kunstbeilage.)

Wolf, F. A., und **Foster, A. C.,** Bacterium Tabacum, Schädling des Tabaks in Nordkarolina, Vereinigte Staaten von Nordamerika. (Science. N. F. Bd. 46. 1917. No. 1189. S. 361—362.)

Wollenweber, H. W., Der Kartoffelschorf. (Zeitschrift f. Spiritusindustrie. 1919. Jahrg. 42. No. 8. S. 55—56.)

Zimmermann, Hans, Lebensweise und Bekämpfung der Erdraupe. (Agrotis segetum Schiff.). (Fühlings Landw. Ztg. 1915. Jahrg. 67. Heft 7/8. S. 130—148.)

Zweigelt, Fritz, Der gegenwärtige Stand der Maikäferforschung. (Zeitschrift f. angewandte Entomologie. 1918. Bd. 5. Heft 1. S. 134. Mit 1 Textabb.)

Entwicklungshemmung und Vernichtung der Bakterien und Parasiten.

Pflanzenschutz.

Angermaier, L., Die Bekämpfung des Brandes. (Illustr. Landw. Ztg. 1918. No. 27/28. S. 119—120.)

Clausen, Perocid und andere Mittel gegen die Krautfäule der Kartoffeln. (Illustr. Landw. Ztg. 1918. No. 103. S. 440—442. Mit Abb.)

Escherich, K., Organisation der Schädlingsbekämpfung. (Angewandte Entomologie. — Ref. in: Arbeitsziele d. dtsch. Landw. nach d. Kriege. Berlin (Parey) 1918. S. 505—518.)

Faes, H., La lutte contre le ver de la vigne (Conchylis). (Verh. Schweizer Nat. Ges. Jahresvers. 99. 1917. S. 257—258.)

Feldt, Erfahrungen mit der Saatbeize Uspulun. (Mitt. d. Vereins z. Förderung d. Moorkultur i. Dtsch. Reiche. 1919. No. 3. S. 23—27.)

Frickhinger, Hans Walter, Blausäureräucherung im Dienste der Mehlschädlingsbekämpfung. 2. Aufsatz. Bericht über eine vereinfachte Methode der Mühlenräucherung. (Ztschr. f. angew. Entomol. Bd. 4. 1917. Heft 2. S. 310—324. 3 Fig.)

—, Die Mehlmotte. Schilderung ihrer Lebensweise und ihrer Bekämpfung mit bes. Ber. d. Cyanwasserstoffdurchgasung. München (Natur u. Kultur) 1918. 63 S. 8⁰. 16 Fig. 2,50 ℳ.

—, Bekämplung der Mühlenschädlinge mittels Blausäure. (Naturwissenschaftliche Wochenschrift. 1918. N. F. Jahrg. 17. No. 50. S. 710—714. Mit 1 Abb.)

Hecke, Ludw., Die Frage der Bekämpfung des Getreiderostes. (Nachrichten d. Dtsch. Landw.-Gesellsch. f. Österr. 1918. N. F. 2. Jahrg. No. 17. S. 140—142.)

Henning, E., Über die Möglichkeiten, durch scharfe Sortierung des Saatgutes Krankheiten der Getreidearten zu bekämpfen. (K. Landbruks-Akad. Handl. och Tidskr. 1917. 20 S. 1 Fig.)

Huntemann, Die Bekämpfung tierischer und pflanzlicher Schädlinge der Landwirtschaft. (Ref. in: Festschrift d. Landw.-Kammer. Oldenburg 1918. S. 152—160.)

Jablonski, M., Maßnahmen gegen Frostschäden auf Moorkulturen. (Deutsche Landw. Presse. 1919. No. 12. S. 67.)

Jegen, G., Beiträge zur Kohlweißlingsbekämpfung. (Landw. Jahrbuch d. Schweiz. 1918. Bd. 32. Heft 4. S. 525—550.)

Kadocsa, G., Vergleichende Bekämpfungsversuche mit verschiedenen Raupenleimen gegen die Frostspanner. Ungarisch. Deutsches Referat. (Mitt. d. Versuchsstationen Ungarns. 1917. Jahrg. 20. Heft 2. S. 381—382.)

Killer, J., Versuche über die Eignung des essigsauren Kupfers zur Bekämpfung des Steinbrandes. (Ztschr. f. Pflanzenkr. Bd. 28. 1918. Heft 3/4. S. 106—108.)

—, Wurzelbrandbekämpfungsversuche bei Runkelrüben mit essigsaurem Kupfer im Vergleich mit anderen Beizmitteln. (Ztschr. f. Pflanzenkr. Bd. 38. 1918. Heft 3/4. S. 109—110.)

Linsbauer, L., Richtlinien des Pflanzenschutzes im Gemüsebau. Österr. Gartenzeitung. Wien 1918. Jahrg. 13. S. 41—48.)

Meißner, R., Schädlingsbekämpfung der Reben im Jahre 1918. (Der Weinbau. Jahrg. 17. 1918. No. 3/4. S. 26—27.)

—, Bericht der Kgl. Weinbau-Versuchsanstalt in Weinsberg über die von ihr im Jahre 1917 angestellten Versuche zur Bekämpfung des Heu- und Sauerwurmes. (Der Weinbau. Jahrg. 17. 1918. No. 3/4. S. 23—26.)

Moore, William, und **Graham, Samuel A.,** Über die Verwendung des Nikotinsulfats zur Insektenbekämpfung. (Journal of Agricultural Research. Bd. 10. 1917. No. 1. S. 47—50.)

Müller, Karl, Rebschädlinge und ihre neuzeitliche Bekämpfung. Karlsruhe (Braun) 1918. 203 S. 8⁰. 6 ℳ.

Reh, L., Blausäure zur Bekämpfung von Ungeziefer. (Naturwissenschaftliche Wochenschrift. 1918. No. 45. S. 638—642.)

Schaffnit, E., und **Voss, G.,** Versuche zur Bekämpfung des Kartoffelkrebses im Jahre 1917. (Ztschr. f. Pflanzenkr. Bd. 38. 1918. Heft 3/4. S. 111—114.)

Schander, Zur Vermeidung und Bekämpfung von Auswinterungsschäden an Wintergetreide. (Landw. Zentralblatt f. die Prov. Posen. 1918. No. 11. S. 119—121.)

Stellwaag, F., Cyanwasserstoff gegen die Traubenwickler. (Ztschr. f. angew. Entomol. Bd. 4. 1917. Heft 2. S. 278—286. 2 Fig.)

Stoklasa, Jul., Die Bekämpfung der Mehl- und Getreideschädlinge. (2. Mitt. d. Deutschen Landw.-Gesellschaft. 1918. No. 5. S. 62—64.)

Teichmann, Ernst, Die Bekämpfung der Wachsmotte (Galleria melonella) durch Blausäure. (Ztschr. f. angew. Entomol. Bd. 4. 1917. Heft 2. S. 287—289.)

Wehsarg, Otto, Die Verbreitung und Bekämpfung des Ackerunkrautes in Deutschland. 1. Bd.: Biologische Studien und allgemeine Bekämpfung. 515 S. Mit Abb. 8⁰. Berlin SW. 11 (Deutsche Landw.-Gesellschaft). (Arbeiten d. Dtsch. Landw.-Gesellsch. Heft 294.)

Inhalt.

Zusammenfassende Übersichten.

Stift, A., Über im Jahre 1917 veröffentlichte bemerkenswerte Arbeiten und Mitteilungen auf dem Gebiete der tierischen und pflanzlichen Feinde der Zuckerrübe, S. 433.

Referate.

Aberson, J. H., Beiträge zur Kenntnis der physiologischen alkalischen und sauren Salze und über ihre Bedeutung für die Erklärung der sogenannten Bodenkrankheiten, S. 484. [Holländisch.]

Barthel, Chr., Die Geißeln des Bacterium radicicola (Beij.), S. 471.

Bassalik, K., Über die Verarbeitung der Oxalsäure durch Bacillus extorquens n. sp., S. 469.

Beijerinck, M. W., Oxydation des Mangankarbonats durch Bakterien und Schimmelpilze, S. 470.

Bottomley, W. B., The root-nodules of Ceanothus americanus, S. 478.

Brandt, B., Beobachtungen über Meeresleuchten, S. 455.

—, **K.,** Über den Nitratgehalt des Ozeanwassers und seine biologische Bedeutung, S. 454.

Brown, Percy Edgar, Relation between certain bacterial activities in soils and their crop-producing power, S. 468.

—, and **Kellog, E. H.,** The determination of the sulfofying power of soils, S. 485.

Brussoff, A., Über die sogenannte Fragmentation der Actinomyceten-Hyphen, S. 461.

Burgess, P. S., Soil Bacteriology. Laboratory Manual, S. 467.

Coupin, H., Sur la résistance à la salure des Bactéries marines, S. 454.

Düggeli, M., Beitrag zur Frage über die Bedeutung der freilebenden Stickstoff fixierenden Bodenbakterien für die Ernährung der höheren Pflanzen, S. 475.

—, Über bakteriologische Beobachtungen am Ritomsee-Wasser, S. 452.

Eddelbüttel, Die Bindung des Luftstickstoffs durch Mikroorganismen auf Grund neuerer Arbeiten umfassend dargestellt, S. 473.

Ehrenberg, Paul, Die Bodenkolloide. Eine Ergänzung für die üblichen Lehrbücher der Bodenkunde, Düngerlehre und Ackerbaulehre, S. 482.

Fehlmann, J. W., Die Bedeutung des Sauerstoffes für die aquatile Fauna, S. 451.

—, Die Selbstreinigung der Gewässer und die biologische Reinigung städtischer Abwässer, S. 459.

Fischer, Herm., Beiträge zur Ernährungsphysiologie der Wasserpflanzen, S. 452.

Fischer, H., Das Problem der Stickstoffbindung (Festlegung des Luftstickstoffs) bei niederen Pflanzen, S. 472.

—, **Hugo,** Nitragin-Impfung zu Nicht-Leguminosen, S. 477.

—, Über Denitrifikation in Teichen und ihre praktische Bedeutung, S. 461.

—, Über die Leistungsfähigkeit luftstickstoffsammelnder Bakterien für die Land- und Teichwirtschaft, S. 473.

Fruwirth, Der Einfluß von Hülsenfrüchten auf gleichzeitig neben ihnen erwachsende Gräser, S. 479.

Gainey, P. L., and **Gibbs, W. M.,** Bacteriological studies of a soil subjected to different systems of cropping for twenty-five years, S. 468.

Gemünd, W., Über die Selbstreinigung des Wassers durch Protozoën mit besonderer Berücksichtigung des biologischen Klärprozesses, S. 459.

Gertz, Otto, och **Naumann, Einar,** Vegetationsfärgningar i äldre tider. I. Biologiskt-historiska notiser, S. 445.

Giltner, Ward, and **Langworthy, H. Virginia,** Some factors influencing the longevity of soil microorganisms subjected to desiccation, with special reference to soil solution, S. 469.

Greaves, J. E., Stimulating influence of arsenic upon the nitrogen fixing organisms of the soil, S. 476.

—, and **Carter, E. G.,** Influence of barnyard manure and water upon the bacterial activities of the soil, S. 476.

Gully, Eugen, Das Nitritzerstörungs- und Nitritbildungsvermögen der Moorböden, S. 481.

Heinrich, J. O., Luzerneimpfversuche am Hawkesbury Agricultural College, N. S.-Wales, in den Jahren 1912—1916, S. 478.

Hentschel, Ernst, Biologische Untersuchungen über den tierischen und pflanzlichen Bewuchs im Hamburger Hafen, S. 448.

—, Ergebnisse der biologischen Untersuchungen über die Verunreinigung der Elbe bei Hamburg, S. 456.

Hiltner, Kann eine Nitraginimpfung auch bei Nichtleguminosen die Stickstoffdüngung ersetzen? S. 477.

Jacobsen, H. C., Die Oxydation von Schwefelwasserstoff durch Bakterien, S. 484.

Jülg, E., Über das angebliche Vorkommen von Bakterien in den „Wurzelknöllchen“ der Rhinanthaceen, S. 479.

—, Stickstoffversorgung in der Kriegszeit, S. 475.

Koch, A., Nitragin, N-Kulturen und Nitraginkompost, S. 477.

—, Stickstoffversorgung in der Kriegszeit, S. 475.

Kolkwitz, R., Über die Schwefelbakterien-Flora des Solgrabens von Artern, S. 453.
Kranz, W., Über Boden-Filtration, Lage und Schutz von Wasserfassungen mit besonderer Berücksichtigung militärischer Erfordernisse, S. 448.
Kühl, Hugo, Die bakteriologische Untersuchung des Trinkwassers, S. 445.
Leick, E., Die Stickstoffnahrung der Meeresalgen, S. 481.
Letellier, A., Etude sur le Bacterium pseudaceti (Mig.) et son involution, S. 472.
Lockett, W. T., Oxidation of thiosulphate by certain bacteria in pure culture, S. 464.
Makrinow, J. A., Ergebnisse der Versuche in Rußland 1915 mit dem Präparat des bakteriologischen Laboratoriums des Landwirtschaftsministeriums zur Bakterienimpfung des Bodens, S. 474.
Marshall, Charles E., The technical Application of Microorganisms to Agriculture, S. 468.
Minder, Leo, Zur Hygiene des Züricher Süßwasserwerkes, S. 447.
Miyoshi, M., Über das Leuchtwasser und dessen Schutz in Japan, S. 452.
Molisch, Hans, Biologie des atmosphärischen Staubes (Aeroplankton), S. 465.
Namyslowski, B., Les microorganismes des eaux bicarbonatées et salines en Galicie, S. 453.
Nelson, B. E., Unmittelbare mikroskopische Zählung von Bakterien im Wasser, S. 446.
Omelianski, V. S., u. **Solunskoff, M.,** Über die Verteilung der stickstoffbindenden Bakterien in den russischen Böden, S. 473.
—, Über die Bindung des atmosphärischen Stickstoffs durch Mischkulturen, S. 473.
—, Über die Beziehungen zwischen der Stickstoffbindung und dem Verbrauch der nicht stickstoffhaltigen organischen Substanzen durch die stickstoffbindenden Bakterien, S. 473.
—, Über die Physiologie und Biologie der stickstoffbindenden Bakterien, S. 473.
Peyronel, B., I germi atmosferici dei funghi con micelio, S. 465.
Pfeiffer, Th., Kruziferm und Gramineen hinsichtlich der Ausnutzung des Stickstoffes im Ackerboden, S. 477.
Pichler, Friedr., Das Aeroplankton von Wien, S. 464.
Piekarski, Andreas, Untersuchungen über die Erhaltung und Umwandlung des Stickstoffs im Rinderharn, S. 479.
Precht, H., Die Abwässer aus der Kaliindustrie in Hinsicht auf die Volkswirtschaft und Ernährung, S. 457.
Reed, H. S., A manual of bacteriology for agricultural and general science students, S. 467.
Roth, O., Hygienische Betrachtungen über den Reinheitszustand der Limmat von Zürich bis Wettingen mit besonderer Berücksichtigung des Einflusses der Abwässer der Stadt Zürich, S. 457.
Ruehle, G. L. A., Recent methods of bacterial air analysis, S. 464.
Sabachnikov, A., Schädlicher Einfluß des Stalldüngers auf den Stickstoffhaushalt des Bodens, S. 471.
Sachse, Marg., Untersuchungen über die Bedeutung des Coli-Nachweises im Wasser und der Eijkmanschen Methode, S. 446.
Schulz, Ferdinand, Untersuchungen über die Abwässer der Zuckerfabriken, S. 458.
Sewell, M. C., Soil Bacteria, S. 468.
Simon, J., Über Bakterien und andere Kleinwesen als Freunde und werktätige Mitarbeiter des Gärtners, S. 466.
Skene, M., A Contribution to the Physiology of the Purple Sulphur Bacteria, S. 484.
Vogel, Eine Senkspindel zur raschen und einfachen Ermittlung des Stickstoffgehaltes der Jauche, S. 480.
—, Einige Versuche mit N-Kulturen, S. 477.
Weldert, R., u. **Burger, B.,** Beiträge zur Anwendung des Chlors bei der Desinfektion von Wasser und Abwasser, S. 462.
Whipple, Melville C., The result of studies upon the dust and bacteria content of the air of cities, S. 466.
Wittmann, Joh., Analyse eines Abwassers von einem Magnesitwerk, S. 458.

Neue Literatur, S. 485.

Die Herren Mitarbeiter werden höflichst gebeten, bereits fertiggestellte Klischees — falls solche mit den Manuskripten abgeliefert werden — nicht der Redaktion, sondern direkt der Verlagsbuchhandlung Gustav Fischer in Jena einzusenden.

Abgeschlossen am 21. Oktober 1919.

Hofbuchdruckerei Rudolstadt.

Centralblatt für Bakt. etc. II. Abt. Bd. 49. No. 22|25.
Ausgegeben am 12. Dezember 1919.

Nachdruck verboten.

Neue Methode der Kohlenwasserstoffanalyse mit Hilfe von Bakterien.

Von Dr. Ing. **Jenö Tausz** und Dr. Ing. **Marta Peter.**

Mit 3 Tafeln und 1 Textfigur.

Einleitung.

Die Isolierung von zyklisch gesättigten Kohlenwasserstoffen aus Mischungen mit aliphatisch gesättigten Kohlenwasserstoffen, wie sie z. B. bei den Erdölen in Frage kommt, war bis jetzt nicht möglich. Trotz der vielen Mühe, die auf die Bearbeitung dieser Aufgabe verwendet worden ist und die durch die Bedeutung des Problems gerechtfertigt erscheint, sind bisher keine befriedigenden Resultate erzielt worden. Der eine von uns (Tausz) hatte zuerst auch erfolglos daran gearbeitet.

Diese beiden Kohlenwasserstoffreihen sind in ihrem chemischen Verhalten einander sehr ähnlich, so daß es durch chemische Reaktionen nicht gelingt, die Paraffine allein ohne gleichzeitige Zerstörung der Naphthene anzugreifen. Hier versagen die chemischen Mittel bis jetzt noch vollständig.

In vorliegender Arbeit ist es gelungen, auf biochemischem Wege, unter Verwendung von Bakterien, die oft feiner differenzierend wirken als die rein chemischen Agentien, Naphthene aus Mischungen mit Paraffinkohlenwasserstoffen zu isolieren. Die Methode gestattet den Nachweis von Paraffinkohlenwasserstoffen, selbst wenn sie nur in Spuren den Naphthenen beigemengt sind.

Theoretischer Teil.

Alle die biochemischen Methoden aufzuzählen, die bisher in der Chemie eingeführt sind, würde zu weit führen.

Erinnert sei nur an die klassischen Untersuchungen Pasteurs zur Zerlegung von Razematen, welche Spaltung in der Folgezeit mit den verschiedensten Mikroorganismen wie Pilze, Hefen und Bakterien gelungen ist. Auch die zahlreichen Zuckerarten wie Maltose, Laktose, Dextrose, oder d-Glukose, d-Mannose, die sich chemisch nicht unterscheiden, können durch bestimmte Hefearten getrennt werden. Daß Bakterien auch verschieden auf Fumarsäure und Maleinsäure reagieren, ist bekannt.

Mit Hilfe der spezifischen Eigenschaften biochemischer Reaktionen gelang die Lösung des Problems der Isolierung der Naphthene aus einer Mischung mit Paraffinkohlenwasserstoffen. Neu isolierte Bakterien erwiesen sich als ein äußerst empfindliches Reagens gegenüber diesen Kohlenwasserstoffen. Die offenkettigen Paraffinkohlenwasserstoffe werden von den Bakterien quantitativ zersetzt, wogegen die zyklischen Naphthenkohlenwasserstoffe nicht angegriffen werden. Von besonderem Interesse ist dieses feine Unterscheidungsvermögen der Bakterien im Hinblick auf die Struktur dieser

Kohlenwasserstoffe. Auch Benzol und seine Homologen werden von denselben Bakterien nicht angegriffen, wenn die aliphatische Seitenkette nicht in ihrem Einfluß auf den chemischen Charakter der Verbindung überwiegt.

Die Erfahrungen, die man in letzter Zeit mit Kohlenwasserstoffbakterien gemacht hat, kamen insofern überraschend, als bekanntlich seit langem Kohlenwasserstoffe, insbesondere Petroleum und seine Produkte, als starke Bakterien-Gifte galten. Sie wurden daher als gute Desinfektionsmittel und als Heilmittel in die Medizin eingeführt. W. Ebstein[1]) gibt eine ausführliche Geschichte der Petroleumtherapie. Eine umfassende Wiedergabe der zu Heilzwecken verwendeten Erdölpräparate findet sich in der Abhandlung von C. Engler und K. Pfeiffer[2]). In der medizinischen Literatur ist aber nicht berücksichtigt, daß die Erdöle verschiedener Herkunft keine konstante Zusammensetzung haben, vielmehr sehr große Unterschiede in den meist recht wichtigen Nebenbestandteilen und Verunreinigungen zeigen. Eine Beurteilung der physiologischen und therapeutischen Wirkung der einzelnen Kohlenwasserstoffe ist demnach auf Grund der Literatur nicht möglich.

Daß aber tatsächlich Roherdöle den Bakterien und Pilzen als Kohlenstoff- und Energiequelle dienen können, beobachtete zum ersten Male J. Tausz[3]) gelegentlich der Untersuchung des Welser Bitumens. Er fand, daß selbst das filtrierte Begleitwasser des Bitumens im Dunkeln und bei Luftabschluß nach einigen Stunden sich trübte und bei längerem Stehen an der Luft mit einer dicken Haut von Pilzen bedeckt war. Er nahm an, da Ammoniak, salpetrige Säure und Salpetersäure nicht nachgewiesen werden konnten, daß als Stickstoffquelle unverweste stickstoffhaltige Stoffe des Bitumens dienten. Die komplizierte Zusammensetzung des Welser Bitumens gestattete jedoch nicht, näheren Aufschluß darüber zu erhalten, welche der darin enthaltenen Bestandteile den Mikroorganismen als Kohlenstoffquelle dienen können. Die damaligen Literaturangaben konnten auch keine Anhaltspunkte dafür liefern.

Es war bekannt, daß Methan[4]) als einzige Kohlenstoff- und Energiequelle von dem sogenannten Methanbazillus benutzt wird. Toluol[5]), das bisher als Antiseptikum galt, ebenso Xylol, können nach R. Störmer von Bakterien assimiliert werden. Näheres über diese Bakterien gibt er allerdings nicht an. Bei Versuchen mit Benzol konnte er nicht mit Sicherheit feststellen, ob auch dieser Kohlenwasserstoff von Bakterien als einzige Kohlenstoff- und Energiequelle benutzt werden kann. Außerdem stellte O. Rahn[6]) fest, daß ein Schimmelpilz festes Paraffin, das gegen chemische Agentien bekanntlich sehr widerstandsfähig ist, zu assimilieren vermag. Alle diese Kohlenwasserstoffe, von denen also bekannt war, daß sie von Mikroben assimiliert werden können, sind im Welser Bitumen nicht vorhanden.

---

[1]) Ebstein, W., Physiologische Wirkung und medizinische Verwendung des Erdöls und seiner Verwandten (Engler-Höfer: Das Erdöl, Bd. 1. 1913. Kap. 22).

[2]) Engler, C., u. Pfeiffer, K., Erdöl und seine Produkte als Heilmittel. (Engler-Höfer's Hdb., Das Erdöl. Bd. 4. 1916. Kap. 18.)

[3]) Beiträge zur Identifizierung u. Kenntnis der Kohlenwasserstoffe des Erdöls. [Diss.] Karlsruhe 1911. S. 44.

[4]) Kaserer, H., Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 15. 1905. S. 573; ebenda L. N. Söhngen, S. 513; Chem. Centralbl. 1906. I, S. 949; 1906. II, S. 622.)

[5]) J. Störmer, Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 20. 1907. S. 282.

[6]) Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 16. 1906. S. 382; Chem. Centralbl. 1906. II. S. 696.

1913 erschien eine Arbeit von N. L. Söhngen¹), worin er zeigte, daß Paraffine, Benzin, Petroleum, Paraffinöl von mehreren Mikrobenarten assimiliert werden können.

R. Wagner²) stellte fest, daß seine sogenannten Benzolbakterien imstande sind, die Kohlenwasserstoffe Benzol, Toluol, Xylol als Kohlenstoffquelle zu verwenden. Auch seine Bakterien sind mit unsern Bakterien nicht identisch. Es wurden übrigens aus einer Erdprobe, die Herr Dr. Wagner aus Basel freundlicherweise zuschickte, ebenfalls Benzolbakterien isoliert, von denen hier nur gesagt sein soll, daß sie nicht identisch sind mit den von ihm aufgefundenen. Sie greifen nämlich, zum Unterschied von den Wagnerschen Bakterien, Toluol und Xylol nicht an.

Auf Grund dieser Arbeiten nahm J. Tausz³) seine Untersuchungen über das Verhalten der Rohöle Bakterien gegenüber wieder auf. Er machte Versuche mit verschiedenen Rohölen und beobachtete ihre Zersetzung durch Bakterien. Er verfuhr dabei folgendermaßen: Er goß auf Leitungswasser, das mit Grabenschlamm aus der Pfinz bei Durlach i. B. versetzt war, Welser Bitumen. Die Flasche blieb bei Zimmertemperatur stehen. Nach 3 Monaten war das Welser Bitumen mit einer dicken, schleimigen Haut bedeckt. Die mikroskopische Untersuchung zeigte ein Gemisch von Bakterien, Amöben und Algen. Von dieser Haut wurde weitergeimpft in mehrere Kolben, bei denen die Versuchsanordnung die gleiche war; nur die Schichtdicke der Öle war verschieden. Gleichzeitig wurde als Kontrollversuch eine sterile Probe von anorganischer Nährlösung und Welser Bitumen ohne Schlamm angesetzt. Die Kolben blieben in einem Raum von konstanter Temperatur (25° C) stehen. Schon am 3. Tag konnte in den wäßrigen Lösungen der Kulturen eine Trübung konstatiert werden. Das weitere Bild hing wesentlich von der Schichtdicke des Öles ab. War die Ölschicht weniger als 2 mm dick, so konnte eine deutliche Veränderung derselben beobachtet werden. Die homogene Ölschicht wurde schon am 7. Tag inhomogen. Beim Durchleuchten bemerkte man dünne Stellen, an denen das Licht durchdringen konnte; hie und da waren stecknadelkopfgroße Löcher sichtbar. Die untere Fläche der Ölschicht, die das Wasser berührte, war matt geworden. An einzelnen Stellen war das Öl zu Fäden gezogen, die einen Durchmesser von mehreren mm bis 0,1 mm und noch weniger zeigten. Teilweise sanken sie ganz zu Boden. Der zu Boden gesunkene Teil war pechähnlich. Nach weiteren 2 Wochen hatte sich das Bild noch wesentlich geändert. Die ganze Ölschicht war netzartig durchlöchert. Die Fäden des Netzes wurden immer feiner, bis sie allmählich ganz verschwanden. Die Flüssigkeit war sehr stark trüb geworden. Bei den Kulturen mit dickerer Ölschicht war die Veränderung des Öles lange nicht so stark. Das Öl wurde wohl angegriffen; die untere Seite des Öles war matt, teilweise auch zu Fäden geworden. Die Zersetzung schritt aber nach einiger Zeit ersichtlich nicht mehr fort. Die Ölschicht konnte nicht, wie vorhin beschrieben, zerrissen werden. Infolgedessen trat wohl infolge mangelnden Sauerstoffes keine Bakterienwirkung mehr ein. Die Flüssigkeit zeigte keine weitere Trübung, das Öl veränderte sich nicht mehr. Bei der sterilen Probe war die Ölschicht völlig intakt geblieben, die Flüssigkeit zeigte keine Trübung.

Das Bild der Zersetzung hängt auch von der Beschaffenheit des Rohöles ab. So zeigte z. B. Mendozaöl, das unter den gleichen Bedingungen wie das

---

¹) Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 37. 1913. S. 595.

²) Zeitschr. f. Gärungsphysiol. Bd. 4. 1914. S. 289.

³) Zeitschr. f. Petrol. Bd. 14. 1919. S. 553.

Welser Bitumen angesetzt war, folgendes Verhalten: Schon nach ein paar Tagen wurde die wäßrige Lösung trüb und die spiegelblanke untere Schicht des Erdöls verlor ihren Glanz. In weiteren Tagen entstanden Furchen und es fand bald ein Reißen der Ölschicht statt, falls die Dicke derselben nicht über 2 mm betrug. Wurde die Flasche über eine starke Lichtquelle gebracht, so konnte beobachtet werden, daß die Ölschicht inhomogen geworden war. War die Ölschicht ganz dünn, so sank bald der größte Teil des oben schwimmenden Öles als grauschwarze Flocken zu Boden. Es fand eine Anreicherung an Asphalt statt, wie durch Bestimmung des Asphaltgehaltes festgestellt werden konnte. — Der ursprünglich 0,3 Proz. betragende, in Petroläther unlösliche Asphaltgehalt stieg nach der Behandlung mit den Bakterien auf 5,2 Proz. Die Ölschicht war nach ca. 30 Tagen von der Oberfläche vollständig verschwunden. War aber die Ölschicht über 2 mm stark, so wurde der Prozeß, wie beim oben beschriebenen Versuch mit Welser Bitumen, sehr verzögert.

Diese Untersuchungen zeigten, daß also Roherdöle sehr wohl von bestimmten Mikrobenarten, indessen nur zum Teil, assimiliert werden können.

Die von uns aus Gartenerde isolierten Bakterien wurden einer ganzen Reihe von Roherdölen und daraus gewonnenen technischen Produkten ausgesetzt und dabei gefunden, daß paraffinreiche Öle sich gut trübten, während paraffinarme Öle nur schwache oder gar keine Trübung zeigten. Wir konnten aus dem Verhalten zu den Bakterien Schlüsse auf die Natur der Öle ziehen, die sich mit den seitherigen Erfahrungen deckten. Das Nähere ist aus dem experimentellen Teil S. 550 zu entnehmen.

Das verschiedene Verhalten der Roherdöle ließ Unterschiede der einzelnen Kohlenwasserstoffgruppen unseren Bakterien gegenüber erwarten, was durch die vorliegende Arbeit nachzuweisen gelungen ist. In den letzten Jahren hat man wohl beobachtet, daß Kohlenwasserstoffe verschieden stark hemmend auf bestimmte Bakterienarten einwirken. Aber man hatte nicht gefunden, daß gewisse Bakterienarten ganz scharf abgegrenzte Gruppen von Kohlenwasserstoffen angreifen.

W. Bierast[1]) zeigte, daß Petroläther gegenüber Bacterium coli eine deutlich bakterientötende Wirkung ausübt, wogegen Typhusbakterien bis zu einem gewissen Grade resistent sind. Er benutzte dies zu einer Methode des Typhusnachweises im Stuhl und erzielte eine Anreicherung von Typhusbakterien, wogegen Bact. coli fast völlig ausgeschaltet wurde.

H. C. Hall[2]) konnte die Ergebnisse von W. Bierast bestätigen. Er machte noch weitere Versuche mit verschiedenen Bakterienarten und fand, daß Typhus- und Paratyphus-b-Bakterien sich auf diese Weise sehr leicht anreichern lassen. Von den Dysenteriebazillen verhalten sich die äußerst gefährlichen Arten Typ Shiga-Kruse ähnlich wie Typhus. Die anderen Dysenterietypen waren sehr empfindlich. Auch Proteus und Cholera wurden stark gehemmt. Außerdem untersuchte Hall Benzinfraktionen von verschiedenen Siedepunkten und fand, daß mit abnehmenden Siedepunkten die colihemmende Wirkung zunimmt, so daß sie bei dem Petroläther mit einem Siedepunkt unter 50° am deutlichsten und stärksten war.

A. T. Schuscha[3]), der wiederholt mit gutem Erfolg diese Methode benutzte, wies nach, daß auch Typhus- und Paratyphus-b-Bakterien durch längere Behandlung mit Petroläther getötet werden. Der Grad der Schädigung bei Coli und Typhus ist sehr verschieden.

---

[1]) Centralbl. f. Bakt. Abt. I. Orig. Bd. 74. 1914. S. 348.

[2]) Berlin. Klin. Wochenschr. 1915. S. 1326.

[3]) Centralbl. f. Bakt. Abt. I. Orig. Bd. 78. 1916. S. 226; Orig. Bd. 79. 1917. S. 161.

L. E. Walbum[1]) untersuchte die bakterientötenden Eigenschaften der Kohlenwasserstoffe besonders gegenüber Mikroben der Typhus - Coligruppe.

Wie man bemerkt, sind alle bis jetzt in der Literatur angegebenen Versuche nicht mit reinen synthetischen Kohlenwasserstoffen ausgeführt worden. Eine Ausnahme bilden die Versuche von L. E. Walbum, der diesem Ziele durch Verwendung von synthetischen Kohlenwasserstoffpräparaten des Handels bedeutend näher kam. Die Darstellung wirklich reiner Kohlenwasserstoffe bietet aber bekanntlich ganz besondere Schwierigkeiten, abgesehen davon, daß es bei einer zu medizinischen Zwecken ausgeführten Untersuchung seither weit eher darauf ankam, Handelsprodukte, wie Petroläther, in den Bereich der Untersuchungen zu ziehen, als wirklich chemischreine Individuen, wie beispielsweise Hexan, Cyclohexan, Hexylen. Da die vorliegende Arbeit zu dem ausgesprochenen Zweck vorgenommen wurde, neue Analysenmethoden für Kohlenwasserstoffe zu finden, für Fälle, in denen die gewöhnlichen chemischen Methoden versagen, so haben wir uns bemüht, unsere Bakterien den reinsten Präparaten auszusetzen. Wir verwendeten nur synthetisch dargestellte, reine Kohlenwasserstoffe.

Die Angaben von Söhngen, daß Petroleum von Bakterien vollständig oxydiert wird, stimmen mit den Versuchen von Tausz[2]) nicht überein. Ob die Bakterien von Wagner Petroleum völlig oxydieren können, wie Wagner angibt, konnten wir bis jetzt noch nicht feststellen, da uns die Isolierung der Wagnerschen Bakterien noch nicht gelungen ist, wie schon auf Seite 499 erwähnt wurde.

Es gelang uns jedoch, ein neues Bakterium zu isolieren, das aber mit dem von Wagner isolierten Bakterium nicht identisch ist, da es Toluol und Xylol nicht angreift; nur Benzol, n-Hexan, n-Oktan uud Diisoamyl werden gut angegriffen, jedoch die Naphthenkohlenwasserstoffe nicht.

Trotz sehr vieler Versuche, um aus Gartenerde Bakterien zu isolieren, die reine Naphthene assimilieren können, haben wir bis heute noch keine derartige Bakterien isolieren können. Es soll aber damit nicht gesagt werden, daß in der Natur solche Bakterien, welche Naphthene oxydieren, nicht vorkommen. Vielleicht wird ihre natürliche Fundstelle in der Umgebung von naphthenreichen Erdölquellen oder Raffinerien sein.

Die im folgenden beschriebenen Bakterien wurden aus Gartenerde isoliert, und vielleicht ist für das Vorkommen dieser Bakterien die weite Verbreitung der Kohlenwasserstoffe in der Natur von Belang. Davon gewinnt man erst die richtige Vorstellung, wenn man das Augenmerk nicht in erster Linie auf das Vorkommen von Paraffinen, Erdölen und Erdgasen richtet, sondern beachtet, daß Kohlenwasserstoffe auch sonst im Tier- sowie im Pflanzenleben weit verbreitet vorkommen.

Das Ameisenöl besteht nach C. Schall[3]) hauptsächlich aus Undekan. In den Fetten, fetten Ölen und Wachsen tierischen und pflanzlichen Ursprungs finden sich Kohlenwasserstoffe. Der als „Unverseifbares" bezeichnete Teil enthält solche in wechselnden Mengen. H. Mastbaum[4]) konnte nachweisen, daß gewisse Fischleberöle 80—90 Proz. unverseifbares Öl von der Beschaffenheit von Mineralölen enthalten. A.

---

[1]) Chem. Zeitg. 1918. S. 613.

[2]) l. c.

[3]) Ber. d. D. chem. Gesellsch. Bd. 25. 1892. S. 1489.

[4]) Chem. Zeitg. 1915. S. 889; Chem. Zentralbl. 1916. I. S. 339.

Ch. Chapmann[1]) stellte fest, daß die Leber von Centrophorus granulosus und Scymnus lichia sehr reich an einem Öl ist, das fast zu 90 Proz. aus einem ungesättigten Kohlenwasserstoff, dem sogenannten Spinacen $C_{30}H_{50}$, besteht. Der von Tsujimoto[2]) in verschiedenen Fischleberölen zu 70—90 Proz. gefundene Kohlenwasserstoff, Squalen, soll dem Spinacen ähnlich sein. In einer der Proben des Lebertrans von Cetorhinus maximus konnte Tsujimoto[3]) neben 50 Proz. Squalen auch 10 Proz. eines gesättigten Kohlenwasserstoffes nachweisen, den er als Iso-Oktodekan anspricht. Schwalb[4]) konnte im Bienenwachs 2 Kohlenwasserstoffe nachweisen. Im Gheddawachs wurden von E. Casimir[5]) 7 Proz. Kohlenwasserstoff nachgewiesen. Verschiedene Forscher isolierten aus dem pflanzlichen Candelillawachs[6]) zwischen 50 und 90 Proz. eines Kohlenwasserstoffs, der als Hentriakontan, Triakontan oder Dotriakontan oder eine Mischung derselben identifiziert wurde.

In den letzten Jahren ist dieser Kohlenwasserstoff auffallend oft in Pflanzenextrakten gefunden worden. Beispielsweise wurde er aus Tabakblättern von Thorpe und Holmes[7]) isoliert. Auch im Torfboden[8]) soll er vorkommen.

Interessant ist das Vorkommen der Kohlenwasserstoffe Karotin[9]) $C_{40}H_{56}$ und dessen isomeres Lykopin[10]), die sich in vielen Pflanzen (Karotten, Tomaten und grünen Blättern) als regelmäßiger Bestandteil des Chlorophylls finden.

Das im Corpus luteum des Rindes gefundene gelbe, tierische Pigment Lutein ist nach H. Escher[11]) identisch mit Karotin.

In den ätherischen Ölen kommen gesättigte Kohlenwasserstoffe der Paraffinreihe[12]) vor. Bei der Destillation des Terpentins[13]) von Pinus Sabiniana Dough. wird Normalheptan gewonnen. Feste Paraffine sind im ganzen Pflanzenreiche verbreitet.

Terpene, die in vielen Pflanzen vorkommen, reagieren so leicht mit dem Sauerstoff der Luft, daß wir es meist nicht mehr mit den ursprünglichen Kohlenwasserstoffen, sondern mit ihren Autoxydationsprodukten zu tun haben[14]).

Die Kohlenwasserstoffe können auch in der Natur selbst durch Mikroorganismen gebildet werden. Dies erhellt aus Versuchen von Oliviero[15]), der fand, daß Aspergillus niger und Penicillium glaucum aus Zimmtsäure Styrol zu bilden vermögen; auf Veranlassung C. Englers wurden schon früher diese Versuche von R. O. Herzog und O. Ripke[16]) im chemischen Institut in Karlsruhe nachgeprüft und die Richtigkeit der von Oliviero entdeckten Tatsache bestätigt, eine Wirkung, die, nebenbei bemerkt, der eine von uns (T.) auf die Karboxylase zurückführt; Zimmtsäure selbst ist aber in der Natur bekanntlich u. a. im Storax, Tolubalsam, Perubalsam weit verbreitet.

Die fossilen Kohlenwasserstoffe sind schon erwähnt worden; u. a. treten in den Petroleumquellen Erdöle in großen Mengen zutage. Anderseits gelangen solche auch durch die Verwendung in der Industrie und Technik in beträchtlichen Quantitäten in den Boden.

---

[1]) Journ. Chem. Soc. London. Vol. 111. p. 56—69; nach Chem. Zentralbl. 1917. II. S. 153, 572.

[2]) Journ. of Ind. and Engin. Chem. Vol. 8. 1916. p. 889; nach Chem. Zentralbl. 1918. I. S. 638.

[3]) Journ. of Ind. and Engin. Chem. Vol. 9. 1917. p. 1098; nach Chem. Zentralbl. 1918. I. S. 1048.

[4]) Ann. 235. 1886. S. 106.

[5]) Über das Gheddawachs. [Diss.] München 1914.

[6]) Meyer, H., u. Soyka, W., Über das Candelillawachs. (Monatsh. f. Chem. Bd. 34. 1913. S. 1159.)

[7]) Am. Soc. Vol. 79. 1901. p. 985; nach Monatsh. f. Chem. Bd. 34. 1913. S. 1166.

[8]) Schreiner u. Shorey, Am. Soc. Vol. 33. 1911. p. 81, 255; nach Monatsh. f. Chem. Bd. 34. 1913. S. 1168.

[9]) R. Willstätter u. W. Mieg, Ann. Bd. 355. 1907. S. 1.

[10]) R. Willstätter u. H. Escher, Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 64. 1910. S. 47.

[11]) Sitzgsber. d. Heidelb. Akad. d. Wiss. Abt. b. 1912. 8. Abhandl.

[12]) Semmler, Die ätherischen Öle. Bd. 1. S. 321.

[13]) T. E. Thorpe, Ann. 198. 1879. p. 364; C. Schorlemmer u. T. E. Thorpe, Ann. 217. 1883. p. 149.

[14]) Engler u. Weißberg, Kritische Studien über die Vorgänge der Autoxydation. Braunschweig 1904. S. 72.

[15]) Journ. de Pharm. et de chim. Sér. VI. T. 24. 1906. p. 2.

[16]) Zeitschr. f. Physiol. Chem. Bd. 57. 1908. S. 43.

Die größte Wahrscheinlichkeit, verschiedenartige Kohlenwasserstoffbakterien zu finden, hätte wohl die Erde aus der Umgebung der Erdölquellen gegeben. Da wir aber die Bakterien, ebenso wie Söhngen und Wagner, so einfach aus verschiedenen Gartenerden isolieren konnten, verschoben wir die Untersuchung der Erdproben aus erdölführenden Gegenden auf ruhigere Zeiten.

Die Isolierung der Bakterien geschah in der Weise, daß anorganische Nährlösung, welche die für das Bakterienwachstum nötigen Elemente enthielt, mit den verschiedenen Kohlenwasserstoffen versetzt und danach mit den Erdproben geimpft wurde. Wichtig für uns war vor allem die Frage der Reinheit und Einheitlichkeit der zugesetzten Kohlenwasserstoffnahrung, die gleichzeitig auch die einzige Energiequelle liefern sollte. Wir verwendeten die Paraffinkohlenwasserstoffe n-Hexan und Paraffinöl und die Naphthenkohlenwasserstoffe Zyklohexan und 1,3-Dimethylzyklohexan in der Hoffnung, Bakterien zu isolieren, die entweder nur Paraffine oder nur Naphthene assimilieren, und zwar womöglich gerade die niedrigsiedenden mit 6 bis 8 C-Atomen, da diese ja für unsere Zwecke bei der Erdölanalyse heute vorwiegend in Betracht kommen. Folgende Versuchsreihen wurden angesetzt:

1. n-Hexan als einzige Kohlenstoff- und Energiequelle,
2. Zyklohexan als einzige Kohlenstoff- und Energiequelle,
3. Paraffinöl als einzige Kohlenstoff- und Energiequelle.

Die verwendeten Kohlenwasserstoffe waren, wie schon früher bemerkt, synthetisch dargestellt. Als Paraffinöl wurde ursprünglich ein sorgfältig gereinigtes Handelsprodukt verwendet; ein synthetisch dargestelltes Präparat wurde erst bei späteren Versuchen benutzt. Tatsächlich trat in den Rohkulturen eine beträchtliche Anreicherung der gesuchten Bakterien ein; in manchen Fällen sogar direkt eine Reinkultur, da die fremden Mikroben durch die Wirkung der Kohlenwasserstoffe in ihrem Wachstum stark zurückgedrängt wurden. Wir erhielten auf diese Weise Bakterien, die sich gegenüber Paraffinkohlenwasserstoffen und Naphthenkohlenwasserstoffen stark differenzierend verhalten. Paraffine, und zwar gerade auch die niedrigsiedenden, wurden von den Bakterien zersetzt, wogegen die Naphthene nicht angegriffen wurden.

Übrigens wurden auf Vorschlag von Herrn Geh. Rat Klein diese Isolierversuche auch noch unter Verwendung organischer Nährflüssigkeit (verschiedener Pflanzenextrakte) ausgeführt und damit sehr gute Resultate erzielt. Die Isolierung gelingt hiermit sehr einfach und sicher.

Die mit n-Hexan isolierte Bakterienart erhielt, auf Grund ihres Verhaltens gegenüber Kohlenwasserstoffen, wie an späterer Stelle noch erläutert wird, den Namen Bacterium aliphaticum.

Die mit Naphthenen isolierte Bakterienart, die zum Unterschied von der obigen Gelatine verflüssigt, in vielen anderen Eigenschaften aber sehr ähnlich ist, wurde Bacterium aliphaticum liquefaciens genannt.

Die aus Paraffinöl isolierte Bakterienart erhielt den Namen Paraffinbakterium. Wie spätere Versuche ergaben, zeigt es viel Ähnlichkeit mit dem Bacillus sessilis L. Klein[1]).

---

[1]) Centralbl. f. Bakt. Bd. 6. 1889. S. 313, 345, 377.

Diese Bakterienarten wurden auf ihre morphologischen und physiologischen Eigenschaften untersucht. Dabei stellte sich heraus, daß die Bakterien sowohl auf den üblichen festen Nährböden, wie Bouillonagar, Bouillongelatine u. a. gut wachsen, als auch in anorganischer Nährflüssigkeit, der als einzige Kohlenstoff- und Energiequelle die verschiedenen Kohlenwasserstoffe zugesetzt wurden.

Die Verwendbarkeit der neu isolierten Bakterien zur Kohlenwasserstoffanalyse.

Für analytische Zwecke war es von Wichtigkeit, zu bestimmen, welche Kohlenwasserstoffe von unseren Bakterien zersetzt werden. Dabei kamen aliphatische Kohlenwasserstoffe — Paraffine und Olefine — Naphthenkohlenwasserstoffe und aromatische Kohlenwasserstoffe zur Verwendung, die alle synthetisch dargestellt und nach sorgfältiger Rektifikation mit Hilfe der physikalischen Konstanten auf Reinheit geprüft waren.

Zunächst wurden qualitative Versuche ausgeführt. Die qualitative Untersuchung erstreckte sich auf die makroskopische und mikroskopische Beobachtung der Wachstumserscheinungen der Bakterien, die in anorganischer Nährlösung gezüchtet wurden, welche als alleinige Kohlenstoffquelle die verschiedenen Kohlenwasserstoffe enthielt. Nähere Angaben über die dabei angewendete Arbeitsweise siehe im experimentellen Teil S. 528. Hier soll nur kurz das Prinzip derselben erläutert werden. Anorganische Nährlösung, deren Zusammensetzung S. 508 mitgeteilt ist, wurde mit den verschiedenen Bakterien geimpft und dazu geringe Mengen der betreffenden Kohlenwasserstoffe gegeben, die als alleinige Kohlenquelle dienten. Makroskopische Beobachtung der entstehenden Trübung und Bakterienhaut, sowie mikroskopische Untersuchungen zeigten an, ob die Bakterien sich auf Kosten der zugesetzten Kohlenwasserstoffe vermehrten. Peinliche Sauberkeit und Sterilität war zu diesen Versuchen natürlich unbedingtes Erfordernis. Genügen doch schon Spuren organischer Verunreinigungen, um eine Trübung durch entstandene Bakterienvermehrung hervorzurufen. Daher wurden neben jedem Versuch gleichzeitig unter denselben Bedingungen 2 Kontrollversuche angesetzt, mit dem Unterschiede, daß bei dem einen nicht geimpft und bei dem andern kein Kohlenwasserstoff zugegeben wurde. Der erstere diente zur Kontrolle der Sterilität der angewandten Glasgefäße und der Nährlösung, der letztere zum Nachweis, daß bei Abwesenheit von Kohlenwasserstoffen die Bakterien sich nicht vermehren können. Damit war bewiesen, daß die Versuchsanordnung erstens steril in bezug auf Kohlenwasserstoffbakterien war und zweitens, daß für die verwendeten Kohlenwasserstoffbakterien außer Kohlenwasserstoff keine andere zufällige Kohlenstoffnahrung vorhanden war. Diese beiden Proben mußten bei Gültigkeit des Versuchs stets klar bleiben.

Bei Anwendung dieser Vorsichtsmaßregeln lieferten die qualitativen Versuche einwandfreie Resultate darüber, ob die zugesetzten Kohlenwasserstoffe, oder wenigstens unvermutet in ihnen enthaltene Bestandteile von den Bakterien angegriffen werden. Der Grad der Zersetzung kann allerdings nur durch quantitative Versuche ermittelt werden. Um jeden Irrtum auszuschalten, wurden die qualitativen Versuche außerdem öfters wiederholt.

Jedenfalls gaben diese qualitativen Versuche schon einige sehr wertvolle Aufschlüsse über die Verwendbarkeit dieser Bakterien zu analytischen Zwecken. Paraffinbakterium kam in dieser Arbeit für die Kohlenwasserstoff-

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

analyse nicht in Frage, da es von den aliphatischen Kohlenwasserstoffen nur die höher siedenden, nicht aber die niedrig siedenden angreift.

Über die Verwendbarkeit des Bacterium aliphaticum liquefaciens konnte auf Grund der qualitativen Versuche noch nicht endgültig entschieden werden. Es schien zunächst für analytische Zwecke ungeeignet. Bei der qualitativen Prüfung wurde nämlich die überraschende Wahrnehmung gemacht, daß die mit 1,3-Dimethylzyklohexan versetzte Nährlösung von Bact. aliphaticum liquefaciens getrübt wurde, während bei Zyklohexan und Methylzyklohexan nur eine ganz schwache Trübung eintrat. Zunächst lag der Gedanke nahe, diese Bakterien als Naphthen zersetzende Bakterien anzusprechen, welche Annahme noch durch die Beobachtung gestützt wurde, daß selbst Naphthensäuren von dieser Bakterienart assimiliert werden. Die quantitativen Versuche zeigten später jedoch, daß gerade dieses Bakterium für die Analyse sehr wertvoll ist, da nicht die Naphthene selbst, sondern nur ihnen beigemengte Verunreinigungen, die auf chemischem Wege nicht zu entfernen sind, von den Bakterien angegriffen werden.

Dieses Beispiel lehrt zugleich, daß positiv ausgefallene qualitative Versuche unbedingt durch quantitative Versuche ergänzt werden müssen.

Bacterium aliphaticum, das nur aliphatische Kohlenwasserstoffe, nicht aber die verwendeten Naphthene angreift, kam von vornherein für die Kohlenwasserstoffanalyse in Frage. Es war nur noch der Beweis zu erbringen, daß einerseits die aliphatischen Kohlenwasserstoffe quantitativ von den Bakterien zersetzt werden, und daß andererseits die Anwesenheit von Naphthenen nicht wachstumtötend auf die Bakterien wirkt. Letzteres wurde durch qualitative Vorversuche ermittelt, indem künstliche Mischungen von Paraffinkohlenwasserstoffen mit Naphthenen (1 : 1) in anorganischer Nährlösung mit Bact. aliphat. geimpft wurden. In allen Fällen trat eine Trübung ein, d. h. Bact. aliphaticum kann auch bei Anwesenheit von Naphthenen die aliphatischen Kohlenwasserstoffe angreifen.

Die quantitativen Versuche wurden in der Weise ausgeführt, daß in luftdicht abgeschlossenen Kolben anorganische Nährlösung mit einer genau abgemessenen Menge der betreffenden Kohlenwasserstoffe versetzt und dann mit den Bakterien geimpft wurde. Die Reaktion, die durch ständiges Schütteln der Kolben beschleunigt wurde, wurde durch Messen der Sauerstoffabsorption verfolgt. Nach Verbrauch der nötigen Menge Sauerstoff wurde der Versuch abgebrochen und zur Wiedergewinnung von eventuell unzersetztem Kohlenwasserstoff destilliert, wie bei den niedrig siedenden, oder ausgeäthert, wie bei den höher siedenden Kohlenwasserstoffen. Das Ergebnis dieser Versuche war, daß die aliphatischen Kohlenwasserstoffe (n-Hexan, n-Oktan, Dekan, Diisoamyl, Hexadekan, Triakontan, Tetratriakontan, Kaprylen, Hexadezylen) von Bact. aliphat. quantitativ zersetzt werden.

Anders verhalten sich die Naphthenkohlenwasserstoffe gegenüber Bact. aliphat. liquefac. Die Hauptmenge der betreffenden Naphthene wurde stets wieder zurückgewonnen. Nur ein kleiner Teil war verbraucht, was der geringe Sauerstoffverbrauch und die kleinen Mengen entstandener Kohlensäure schon anzeigten. Dabei zeigte sich die interessante Tatsache, daß die physikalischen Konstanten der betreffenden Kohlenwasserstoffe sich geändert hatten, und zwar stets höhere Werte zeigten, als die des ursprünglich verwendeten Naphthens.

An dieser Stelle muß die Reinheit und die Einheitlichkeit der Naphthenkohlenwasserstoffe überhaupt diskutiert werden. Die synthetischen Naphthene besitzen, je nach der Art ihrer Darstellung, Konstanten, die über das Maß der zulässigen Fehlergrenze hinaus Unterschiede zeigen. So schwanken z. B. die Werte für das spezifische Gewicht von 1,3-Dimethylzyklohexan zwischen $D_4^{20} = 0,766$ und $D_4^{20} = 0,7844$. Die aus den betreffenden Jodiden und Bromiden gewonnenen Naphthene zeigen durchschnittlich mit nur geringen Schwankungen $D_4^{20} = 0,766$, während die nach Sabatier durch Reduktion entstandenen Kohlenwasserstoffe $D_4^{20} = 0,7844$ oder $D_4^{20} = 0,7822$ zeigen. Das von uns verwendete 1,3-Dimethylzyklohexan hatte das spezifische Gewicht $D_4^{20} = 0,771$. Nach der Behandlung mit Bact. aliphat. liquefac. war der Wert auf 0,777 gestiegen. Dies weist darauf hin, daß die nach Sabatier dargestellten Naphthene nicht rein sind, sondern Verunreinigungen beigemengt haben. Ob schon die verwendeten aromatischen Kohlenwasserstoffe nicht chemisch rein sind, oder aber, ob bei der Reaktion Nebenprodukte entstanden sind, müßte noch experimentell geklärt werden. Über die Natur dieser Verunreinigungen läßt sich nichts sicheres sagen. Wie sich aber aus den steigenden Werten für das spezifische Gewicht und die Brechungsexponenten vermuten läßt, handelt es sich um aliphatische Kohlenwasserstoffe. Jedenfalls fiel eine diesbezügliche Probe positiv aus. Wurde nämlich 1,3-Dimethylzyklohexan nach der Bakterienbehandlung in üblicher Weise mit Bact. aliphat. liquefac. geimpft, so trat, trotz wiederholten Impfens, keine Trübung ein. Dieselben Beobachtungen wurden mit 1,3,4-Trimethylzyklohexan gemacht. Auch hier zeigten die physikalischen Konstanten nach der Bakterienbehandlung höhere Werte; der zurückgewonnene Kohlenwasserstoff wurde nicht mehr von den Bakterien angegriffen.

Bacterium aliphaticum liquefaciens ist somit ein sehr wertvolles Reagens zur Prüfung der Reinheit der Naphthenkohlenwasserstoffe. Hier, wo chemische Agentien bis heute vollständig versagen, liefern uns die Bakterien einen äußerst empfindlichen Nachweis.

Zugleich zeigen uns diese Versuche die gute Verwendbarkeit von Bact. aliphat. liquefac. zur Trennung der Paraffinkohlenwasserstoffe von Naphthenkohlenwasserstoffen. Werden doch selbst Spuren beigemengter aliphatischer Kohlenwasserstoffe quantitativ von den Bakterien entfernt.

Wir haben also in Bacterium aliphaticum und Bacterium aliphaticum liquefaciens ein Mittel gefunden, um Naphthene aus Mischungen mit Paraffinkohlenwasserstoffen zu isolieren.

Zunächst wurde diese Methode an künstlichen Mischungen ausgeführt, indem Mischungen von Paraffinen und Naphthenen (1 : 1) der Bakterienbehandlung ausgesetzt wurden. Als Mischungen wurden verwendet: n-Hexan mit Zyklohexan, n-Hexan mit Methylzyklohexan, n-Oktan mit 1,3-Dimethylzyklohexan, Dekan (Diisoamyl) mit 1,3-Dimethylzyklohexan und Dekan (Diisoamyl) mit 1,3,4-Trimethylzyklohexan. Das dabei angewandte Verfahren war dasselbe, wie es für die reinen Kohlenwasserstoffe weiter oben beschrieben worden ist. Die Reaktion wurde wieder durch Messen der Sauerstoffabsorption verfolgt und nach dem Ablauf der Reaktion der unzersetzte Kohlenwasserstoff durch Destillation zurückgewonnen. Wie physikalische Konstanten und Elementaranalyse zeigten, war der zurückgewonnene Kohlenwasserstoff stets reiner Naphthenkohlenwasserstoff. Zur Kontrolle wurde derselbe auch noch mit den beiden Bakterienarten geimpft, wobei niemals eine Trübung konstatiert werden konnte, ein Beweis, daß der zurückgewonnene Kohlenwasserstoff selbst keine Spuren von Paraffinen mehr enthält.

Nachdem diese Versuche die Brauchbarkeit der neuen Analysenmethode gezeigt hatten, wurde dieselbe auch auf Erdöl- und ähnliche Fraktionen angewendet, die von Engler und seinen Mitarbeitern herrührten, und im experimentellen Teil im einzelnen näher beschrieben sind. Wie physikalische Konstanten und die Elementaranalyse, sowie die Kontrollversuche durch Impfen des zurückgewonnenen Öles mit den Bakterien zeigten, gelang es, aus diesen Fraktionen reine Naphthenkohlenwasserstoffe zu isolieren. Damit war über den indirekten Nachweis durch Engler und Schneider hinaus erstmals der direkte Nachweis geliefert, daß bei den Druckdestillationen künstlicher und natürlicher Schmieröle Naphthene entstehen. Auch gelang mit Hilfe dieser biochemischen Methode der Nachweis der Abwesenheit selbst geringer Mengen von Paraffinkohlenwasserstoffen in einer aus Naphthenen bestehenden Fraktion eines Erdöls, sowie der Nachweis der Abwesenheit von Naphthenkohlenwasserstoffen in einer aus Paraffin bestehenden Fraktion eines Polymerisationsproduktes von Amylen.

Experimenteller Teil.

Bakteriologischer Teil.

Isolierung dreier neuer Kohlenwasserstoffbakterien.

Zur Darstellung und Sterilisation der verwendeten Nährböden für die Reinkultur und morphologische und physiologische Charakterisierung der Bakterien wurde, soweit im Text nichts anderes angegeben ist, nach den üblichen Vorschriften gearbeitet.

1. Agarnährboden: Dieser Nährboden wurde aus Ragitagar[1]) (Präparat von Merck, Darmstadt) hergestellt, das aus Agarpulver, Pepton und Maggis gekörnter Fleischbrühe besteht. Nach Vorschrift wurden 42 g des Pulvers mit 1 l Wasser 1 Std. lang im Dampftopf gekocht. Die Prüfung auf Alkaleszenz ergab eine ganz schwach alkalische Reaktion. Der Nährboden wurde im Dampftopf filtriert und an 3 aufeinanderfolgenden Tagen jeweils ½ Std. im strömenden Wasserdampf sterilisiert.

2. Gelatinenährboden: Zur Herstellung der Nährgelatine wurde ebenfalls ein Ragitpräparat (Merck)[2]) verwendet, das aus Pepton und Maggis gekörnter Fleischbrühe besteht. 22 g des Pulvers wurden mit 1 l Wasser aufgekocht, dann langsam 100 g Gelatine zugegeben und bis zum Kochen erhitzt. Der Nährboden reagierte schwach alkalisch. Es wurde im Dampftopf filtriert und das Filtrat an 3 aufeinander folgenden Tagen jeweils ½ Std. im strömenden Wasserdampf erhitzt.

3. Milchzucker und Traubenzucker wurden, wie üblich, zu 0,5 Proz. dem Gelatinenährboden zugesetzt.

4. Agarnährboden mit anorganischen Salzen: 1 l anorganische Nährlösung von der Zusammensetzung: 0,1 Proz. $MgNH_4PO_4$; 0,01 Proz. $CaSO_4$; 0,08 Proz. K_2HPO_4; $FeCl_3$ und KJ in Spuren wurden mit 15 g ausgefaultem[3]) Agar versetzt und in der üblichen Weise sterilisiert. Der Agar wurde fein zerschnitten mit Wasser an der Luft stehen gelassen, um alle etwa vorhandenen stickstoffhaltigen, organischen Stoffe durch einen Fäulnisprozeß zu zerstören. Danach wurde auf einem Filter mit fließendem Wasser mehrere Tage lang ausgewaschen.

---

[1]) Mercks Jahresber. Jahrg. 29. 1915. S. 378.

[2]) Ebenda. S. 380.

[3]) Abderhalden, E., Handb. d. biochem. Arbeitsmethoden. Bd. 3. II. 1911. S. 1222.

5. Dem eben beschriebenen Nährboden konnten nach Belieben organische Stoffe zugesetzt werden. Ein Zusatz von 1 g naphthensaurem Natrium zu 100 ccm dieses Nährbodens wurde z. B. als Naphthensäurenährboden bezeichnet.

6. Kongorotnährboden: Dieser Nährboden wurde unter Verwendung der Merckschen Kongotabletten und des Ragitnutroseagar[1]) hergestellt. Nach Vorschrift wurden 52 g Ragitnutroseagar mit 1 l Wasser unter Umschütteln 1 Std. lang im Dampftopf gekocht. Zu 100 ccm der filtrierten Lösung wurde eine Kongotablette à 1,8 g bestehend aus Milchzucker und Kongorot gegeben, 15—20 Min. aufgekocht und der fertige Nährboden in Petrischalen gegossen.

Zur Prüfung des Nährbodens wurde mit Kulturen von Bacterium coli, Cholera und Typhus geimpft, die vom bakteriologischen Institut des Karlsruher Städtischen Krankenhauses in freundlicher Weise abgegeben worden waren. Sie zeigten alle das für die Kongorotplatte charakteristische Verhalten.

7. Kartoffelnährboden[2]): Gesunde Kartoffeln wurden unter der Wasserleitung gut abgebürstet, ½ Std. in 0,1proz. Sublimatlösung gelegt und mit Wasser gut abgespült. Ein Teil der Kartoffeln wurde halbiert und in hohe Petrischalen mit einem Bodenbelag von feuchtem Filtrierpapier gegeben. Aus anderen Kartoffeln wurden mit dem Korkbohrer Stücke ausgestochen, diagonal durchschnitten und diese Kartoffelteile, die nunmehr ganz ohne Schale waren, in sterile Reagenzgläser gegeben. Letztere waren mit ca. 2 ccm Wasser zum Schutz gegen Austrocknen gefüllt und enthielten darüber einen kleinen Wattebausch, um die Berührung der Kartoffeln mit dem Kondenswasser, das sich beim Kochen bildet, zu vermeiden. An 3 aufeinander folgenden Tagen wurde jeweils ½ Std. in strömendem Wasserdampf sterilisiert.

8. Hefegelatinenährboden[3]): 100 g Preßhefe wurden mit ½ l Wasser gekocht und dann langsam 50 g Gelatine zugegeben. Der Nährboden wurde heiß filtriert und an 3 aufeinanderfolgenden Tagen im strömenden Wasserdampf sterilisiert. Zum Nachweis des Enzyms Urease wurden 1 l dieses Nährbodens 2,5 g sterilisierten Harnstoffs zugesetzt und damit Ureumplatten hergestellt.

9. Anorganische Nährlösung: Die Nährlösung hatte folgende Zusammensetzung: 0,1 Proz. $MgNH_4PO_4$; 0,01 Proz. $CaSO_4$; 0,08 Proz. K_2HPO_4; $FeCl_3$ und KJ in Spuren. Die Salze lösten sich nicht vollständig auf. Der Bodenbelag war nicht störend. Die Nährlösung wurde nach dem Verfahren von Klöcker[4]) zur Herstellung sterilen Wassers durch Einleiten von Wasserdampf sterilisiert. Es wurde auf diese Weise ein längeres Kochen vermieden, um Zersetzung und Verlust von Ammoniak zu vermeiden.

Die Nährlösung wurde in einen 2-Literkolben gegeben, der zu etwa ¾ gefüllt wurde. Der Kolben war mit einem doppelt durchbohrten Gummistopfen versehen. Durch die eine Bohrung wurde ein doppelt umgebogenes Glasrohr gesteckt, dessen eines Ende bis zum Boden des Kolbens reichte, dessen anderes Ende mit Gummischlauch, Glaskapillare und Quetschhahn versehen war (Zeichnung des Apparates siehe bei Klöcker, a. a. O.). Vor dem Erhitzen wurde der Quetschhahn geöffnet und das Glas vorher herausgezogen, bis es über der Flüssigkeit stand. Dann wurde bis zum Kochen erhitzt und ½ Std. lang Wasserdampf eingeleitet. Danach wurde die andere Bohrung des Stopfens mit einer sterilen, mit Watte gefüllten Glasröhre geschlossen. Dieses Verfahren wurde an 2 aufeinanderfolgenden Tagen wiederholt. Die Nährlösung konnte zu jeweiligem Gebrauch steril entnommen werden. Die Glaskapillare war durch ein vorgelegtes, mit Quecksilber gefülltes Reagenzglas steril verschlossen. Vor jedem Entnehmen der Flüssigkeit wurde die Kapillare abgeflammt und mindestens 20 ccm Flüssigkeit unbenutzt ausfließen gelassen. Die Sterilität wurde durch Impfen der Nährlösung auf Agarplatten kontrolliert. Außerdem wurde die Nährlösung nach Lunges Permanganatmethode[5]) auf organische Substanz geprüft. Es konnte danach selbst nach längerem Stehen keine organische Substanz nachgewiesen werden.

Es wurden ferner verschiedene Extrakte von Laub und Gras hergestellt:

10. Abkochung faulender Blätter: Ca. 70 g faulende Blätter wurden mit 3½ l Leitungswasser ca. 40 Min. lang gekocht. Das erhaltene Filtrat war danach eine klare, bräunliche Flüssigkeit. Sie wurde sorgfältig mit ein paar Tropfen Kalilauge neutralisiert und dann in einem mit Wattebausch versehenen Kolben an 3 aufeinanderfolgenden Tagen jeweils ½ Std. im Dampftopf sterilisiert.

---

[1]) Mercks Jahresber. Jahrg. 29. 1915. S. 379.

[2]) Siehe z. B. Abel, R., Bakteriolog. Taschenbuch. 1917. S. 18.

[3]) Stockhausen, F., Ökologie. Berlin 1907. S. 115.

[4]) Klöcker, Die Gärungsorganismen. 1900. S. 55.

[5]) Lunge-Berl, Chem.-techn. Untersuchungsmethoden. Bd. 1. 1910. S. 229.

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

11. Abkochung frischer, grüner Blätter: Ca. 150 g frische, grüne Blätter vom Spitzahorn wurden mit kochendem Wasser übergossen und danach fein zerschnitten mit 3½ l Leitungswasser ½ Std. lang gekocht. Es resultierte eine grüne, schleimige Flüssigkeit, die sich nur äußerst langsam filtrieren ließ. Die Hauptmenge wurde daher durch Absitzenlassen geklärt. Die erhaltene grüne, dickliche Flüssigkeit reagierte stark sauer und wurde durch Zusatz konzentrierter Kalilauge vorsichtig neutralisiert, bis eine Probe mit Phenolphthalein gerade schwach rötlich gefärbt wurde. In einem mit Wattebausch versehenen Kolben wurde die Nährlösung der üblichen Sterilisation unterworfen.

12. Abkochung von Gras: Noch ziemlich wenig angefaultes Gras, das einige Tage auf einem Haufen gelegen hatte, wurde durch Abwaschen von der Hauptmenge der Erde befreit und danach mit wenig Wasser einmal aufgekocht. Dann wurde es fein zerschnitten (ca. 150 g) mit 3½ l Leitungswasser 20 Min. lang gekocht und abfiltriert, was auch nur sehr langsam vor sich ging, da die erhaltene, dunkelbraune Flüssigkeit dick und schleimig war. Nach der Neutralisation mit ein paar Tropfen Kalilauge wurde in der üblichen Weise sterilisiert.

Die Bakterien wurden nach dem Beijerinckschen „Anhäufungsverfahren", welches auch Söhngen verwendete, isoliert. Die Reinkulturen wurden daraus mittels des Plattenverdünnungsverfahrens nach der modifizierten Arbeitsweise von Koch hergestellt.

Bacterium aliphaticum.

a) Isolierung.

Um über die Verbreitung dieser Bakterienart im Boden Kenntnis zu gewinnen, wurde die Isolierung aus verschiedenen Erden ausgeführt.

Zur Ermittlung der einfachsten und sichersten Isolierungsmethode wurden verschiedene der vorstehend beschriebenen Nährlösungen verwendet. Zunächst wurde bei der Isolierung anorganische Nährlösung benutzt, um, dem Prinzip der Delbrückschen Lehre getreu, nur die Kohlenwasserstoff assimilierenden Bakterien zur Vorherrschaft zu bringen. Auf Vorschlag des Herrn Geh. Rat Klein wurden später auch organische Nährlösungen verwendet, und zwar mit gutem Erfolg. Dieses gute Ergebnis war nicht ohne weiteres zu erwarten, da es nicht vorauszusehen war, wie die Entwicklung fremder Mikroben in Gegenwart des Hexans und der anderen Kohlenstoffquellen verlaufen würde. Die Giftwirkung des Hexans drängte die Entwicklung fremder Bakterien bei genügender Menge des Hexans zurück. Die besten Resultate wurden, wie gleich vorweggenommen werden soll, bei Verwendung organischer Nährflüssigkeit (Abkochen faulender Blätter) und Impfen mit einer stark gedüngten Gartenerde erzielt. Zur Isolierung des Bact. aliphaticum aus verschiedenen Erden unter Verwendung anorganischer Nährflüssigkeit und n-Hexan wurden folgende Versuchsreihen ausgeführt:

1. Versuchsreihe. Anreicherung der Bakterien aus einer Erdprobe eines Leguminosenbeetes: eine sterile Flasche von 600 ccm Inhalt wurde mit 200 ccm steriler, anorganischer Nährlösung von der angegebenen Zusammensetzung beschickt. Geimpft wurde mit einem haselnußgroßen Stück Gartenerde von einem Leguminosenbeet aus dem Garten der Karlsruher Technischen Hochschule.

Die Flasche wurde evakuiert und mit n-Hexan karburierter Sauerstoff eingefüllt. Die luftdicht abgeschlossene Flasche wurde bei 25° C aufgestellt. Nach 3 Tagen war die Lösung trüb; nach 5 Tagen hatte sich auf der Oberfläche eine Haut gebildet. Die mikroskopische Untersuchung zeigte ein Gemisch von Bakterien und sonstigen Mikroben. Um die Bakterien, denen n-Hexan als einzige Kohlenstoffquelle nicht genügt, möglichst auszuschalten,

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

wurde zunächst auf einer Platte mit dem oben unter Nr. 4 angegebenen Agarnährboden mit anorganischem Salze geimpft, später wurden Reinkulturen aus den Rohkulturen direkt gewonnen. Als alleinige Kohlenstoffquelle wurde Hexandampf zugeführt. Die Platte stand zu diesem Zwecke in einem Exsikkator neben einer Schale mit n-Hexan. Nach 3 Tagen war auf der Platte ein weißer Belag gewachsen. Davon wurde in frische, sterile anorganische Nährlösung übergeimpft.

4 Erlenmeyerkolben von 500 ccm Inhalt wurden mit je 100 ccm anorganischer Nährlösung von der oben beschriebenen Zusammensetzung versetzt und an 3 aufeinanderfolgenden Tagen bei 100° C sterilisiert. Als Kohlenwasserstoff wurde 0,1 ccm n-Hexan zugesetzt. Geimpft wurde mit je 1 Platindrahtöse der Kultur von der oben beschriebenen Hexanplatte. Um ein Verdunsten des n-Hexans zu vermeiden, wurden die Kolben durch mit Staniol überzogene Korke verschlossen. Zu dieser Versuchsreihe wurden noch 2 Kontrollversuche angesetzt. Der eine Kolben diente als sterile Probe, d. h. er enthielt anorganische Nährlösung und Kohlenwasserstoff ungeimpft, der andere Kolben diente als kohlenwasserstoffreie Probe, d. h. er enthielt anorganische Nährlösung, die geimpft war, aber keinen Kohlenwasserstoff.

Nach 2 Tagen zeigten die geimpften Hexankulturen Trübung; die blinden und sterilen Proben waren klar geblieben. Die mikroskopische Untersuchung der trüben Flüssigkeit zeigte nur sehr bewegliche Stäbchen von ca. 2 μ Länge und 1—1,5 μ Dicke. Diese Kultur wurde zur Herstellung der Reinkultur nach dem Plattenverdünnungsverfahren benutzt. Später wurden Reinkulturen aus den Rohkulturen direkt gewonnen.

Herstellung der Reinkultur: Von der oben beschriebenen Hexankultur wurde 1 Öse voll in ein Reagenzglas übertragen, das mit sterilem Bouillonagar (Nr. 1 der oben angeführten Nährböden) gefüllt war, bei einer Temperatur, bei welcher der Agar gerade noch flüssig war. Davon wurde wieder eine Öse voll in ein 2. Röhrchen übertragen unter tüchtigem Schütteln und so weiter bis zu 6 verschiedenen Verdünnungen. Von jeder Verdünnung wurde in eine Petrischale ausgegossen. Die Kulturen wurden bei 20° C aufgestellt. Nach 2 Tagen waren die Bakterien gut gewachsen. Die auf der 4., 5. und 6. Verdünnung gewachsenen Einzelkolonien wurden zur Weiterzüchtung benutzt. Die Kolonien schienen dem Aussehen nach alle gleich zu sein. Zur Kontrolle wurde von je einer Kolonie der eben genannten Platten in sterile, anorganische Nährlösung geimpft, der als alleinige Kohlenstoffquelle 0,1 Proz. n-Hexan zugesetzt war. Sterile Erlenmeyerkolben von 300 ccm Inhalt waren mit 100 ccm steriler, anorganischer Nährlösung und 0,1 ccm n-Hexan gefüllt. Blinde und sterile Proben waren unter den gleichen Bedingungen angesetzt, wie oben angegeben.

Nach 2 Tagen zeigten die Kulturen eine deutliche Trübung; blinde und sterile Proben waren klar geblieben. Von diesen Kulturen wurden nach dem oben beschriebenen Plattenverdünnungsverfahren nochmals Agarkulturen angelegt. Auch hier wuchsen nur einheitliche Kolonien. Auf der 5. und 6. Verdünnung waren Einzelkolonien gewachsen, die zur Weiterimpfung benutzt wurden. Von je einer Kolonie der beiden Platten wurde abgeimpft in sterile, anorganische Nährlösung mit Hexanzusatz, die in derselben Weise, wie oben beschrieben, angesetzt waren. Gleichzeitig wurde auch auf Schrägagar und Gelatineröhrchen geimpft.

Es zeigte sich, daß nach 2 Tagen alle Kulturen gut angegangen waren. Auf den festen Nährböden war ein weißer Belag gewachsen; die flüssigen Kulturen waren trüb, die blinden und sterilen Proben dagegen klar geblieben. Die mikroskopische Untersuchung aller Kulturen zeigte überall dasselbe Bild. Es waren sehr bewegliche Stäbchen von ca. 2 μ Länge und 1—1,5 μ Dicke. Es wurden wieder nur einheitliche Bakterien wahrgenommen.

Daß bei diesen verschiedenen Überimpfungen stets nur 1 Art von Bakterien gefunden wurde, ist begreiflich. Denn die niedrig siedenden Kohlenwasserstoffe des Erdöls wirken, wie schon im theoretischen Teil dieser Arbeit gezeigt wurde, für die meisten Bakterien stark wachstumhemmend. Später konnte bei weiteren Isolierungsversuchen dieses Bacteriums die Giftwirkung des n-Hexans auf Mikroben mikroskopisch verfolgt werden.

2. Versuchsreihe. Anreicherung des Bact. aliphaticum aus Erde von einem Leguminosenbeet, einem stark gedüngten Beet und einem schwach gedüngten Beet: Sterile Flaschen von 600 ccm Inhalt wurden mit 200 ccm steriler, anorganischer Nährlösung und jeweils einem haselnußgroßen Stückchen der verschiedenen Gartenerden versetzt. n-Hexan wurde diesmal nicht in Dampfform, sondern direkt jeweils in 3 Tropfen zugegeben. Da nach 5 Tagen noch in keiner Kultur Trübung eingetreten war, wurde jede Flasche nochmals mit einem haselnußgroßen Stückchen Gartenerde geimpft. Darauf war nach 2 Tagen, mit Ausnahme der Kultur, die mit stark gedüngter Erde geimpft war, Trübung eingetreten. Nach 4 Tagen hatte sich Haut gebildet, deren mikroskopische Untersuchung ein Gemisch der verschiedensten Mikroben zeigte. Um alle fremden Mikroben möglichst auszuschalten, wurden nochmals 2 ccm n-Hexan zugegeben und danach am folgenden Tag die Flüssigkeit mikroskopisch untersucht. Jetzt waren fast alle Mikroben bewegungslos, nur vereinzelt konnte man bewegliche Stäbchen, ähnlich dem Bacterium aliphaticum, sehen. Nach 3 Tagen war eine lebhafte Vermehrung derselben eingetreten. Aus dieser Rohkultur wurden Reinkulturen von Bact. aliphaticum hergestellt.

Zur Kontrolle wurde noch auf Gelatineplatten abgeimpft, worauf sie nach 2 Tagen das charakteristische, unten zu beschreibende Wachstum von Bac. aliphaticum zeigten.

Isolierung des Bac. aliphat. aus verschiedenen Erden unter Verwendung organischer Nährflüssigkeit und n-Hexan:

Es wurden sterile Stöpselflaschen von ca. 400 ccm Inhalt zu etwa ein Drittel mit den verschiedenen Pflanzenextrakten (Nr. 10, 11 und 12 der oben angegebenen Nährböden) gefüllt und mit einem haselnußgroßen Stück Erde von einem stark gedüngten Beet und ferner von einem Leguminosenbeet aus dem Botanischen Garten der Technischen Hochschule Karlsruhe versetzt. n-Hexan wurde in wechselnden Mengen (3—10 Tropfen) zugesetzt. Die Kulturen standen durchschnittlich bei 15—20° C. Es wurden 2 verschiedene Versuchsreihen angesetzt. Bei der einen blieben die Flaschen ruhig stehen, bei der andern wurden sie zum Vergleich geschüttelt. Folgende Protokolle mögen einen Überblick über die Entwicklung der verschiedenen Kulturen geben:

Versuche, bei denen die Flaschen nicht geschüttelt wurden:

I. Nährflüssigkeit Nr. 10 (faulende Blätter) mit 3 Tropfen n-Hexan; geimpft wurde mit Erde von einem Leguminosenbeet.

4. Tag: Flüssigkeit trüb, Hautbildung, Fäulnisgeruch. Es wurden 3 weitere Tropfen n-Hexan zugegeben.

7. Tag: Viel Haut an der Oberfläche. Obere Flüssigkeitschicht bis etwa 1,5 cm tief bräunlich gefärbt.

5 weitere Tropfen n-Hexan zugegeben.

9. Tag: Viel Haut an der Oberfläche, die teilweise schwarz gefärbt ist. Flüssigkeit trüb, oben braun gefärbt, bis zu einer Tiefe von etwa 2,5—3 cm; 10 weitere Tropfen n-Hexan zugegeben.

14. Tag: Aus dieser Kultur wurde eine Reinkultur gezüchtet.

II. Nährflüssigkeit Nr. 10 (faulende Blätter) mit 3 Tropfen n-Hexan; geimpft wurde mit Erde von einem stark gedüngten Beet.

4. Tag: Flüssigkeit trüb, Gasentwicklung; viel Schaum an der Oberfläche, Fäulnisgeruch. 3 weitere Tropfen n-Hexan zugegeben.

7. Tag: Hautbildung. Obere Flüssigkeitschicht bis ca. 1 cm tief bräunlich gefärbt, 5 weitere Tropfen n-Hexan hinzugegeben.

9. Tag: Viel Haut, Flüssigkeit trüb, oben eine bräunliche Schicht bis ca. 2 cm Tiefe.

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

III. Nährflüssigkeit Nr. 11 (grüne Blätter) mit 3 Tropfen n-Hexan geimpft mit Erde von einem Leguminosenbeet.

4. Tag: keine Veränderung.

7. Tag: keine Veränderung.

9. Tag: Flüssigkeit schwach getrübt. Auf der Oberfläche eine dünne, opalisierende Haut.

14. Tag: Aus dieser Kultur wurde eine Reinkultur gezüchtet.

IV. Nährflüssigkeit Nr. 12 (Gras) mit 3 Tropfen n-Hexan, geimpft mit Erde von einem Leguminosenbeet.

4. Tag: Flüssigkeit etwas trüb. Fäulnisgeruch. Keine Hautbildung.

7. Tag: Keine weitere Trübung. Auf der Oberfläche eine dünne, opalisierende Haut. 10 weitere Tropfen n-Hexan zugegeben.

14. Tag: Diese Kultur wurde zur Züchtung einer Reinkultur verwendet.

Die am 7. Tag sichtbare Bakterienhaut auf den mit Nährlösung Nr. 10 (faulende Blätter) versetzten Kulturen wurde bei 1000facher Vergrößerung untersucht. Mittels einer Platinöse wurde etwas von der Haut herausgenommen und auf einem Objektträger zerrieben. Das mikroskopische Bild zeigte ein Gemisch zahlreicher Mikroben. In der mit stark gedüngter Erde infizierten Kultur waren u. a. bewegliche und unbewegliche Stäbchen, Hefen und vereinzelt auch Amöben zu sehen.

In der mit Leguminosenerde infizierten Kultur zeigten sich bewegliche und unbewegliche Stäbchen, Amöben, auch Sporen; der Hauptteil bestand aus sehr lebhaft beweglichen Bakterien, die mit großer Geschwindigkeit durch das ganze Gesichtsfeld sich bewegten, oder sich im Kreise drehten. Sie boten ganz das uns bekannte Bild von Bact. aliphaticum. Am 9. Tag zeigte die mikroskopische Untersuchung in beiden Fällen keine wesentliche Änderung. Der Kultur mit Leguminosenerde wurden nun 10 Tropfen n-Hexan zugegeben. Nach 2 Tagen waren nun bedeutend weniger Mikroben, und zwar hauptsächlich unbewegliche, zu sehen. Nur vereinzelte Bakterien, ähnlich dem Bact. aliphaticum, bewegten sich mit mäßiger Geschwindigkeit. Im Gegensatz dazu zeigte die andere Kultur noch das ursprüngliche Mikrobengemisch. Nach weiteren 2 Tagen hatten sich die Bakterien bedeutend vermehrt und zeigten die alte Beweglichkeit. Aus dieser Kultur wurde nach dem Plattenverdünnungsverfahren eine Reinkultur von Bact. aliphat. erzielt.

Die mit Nährlösung Nr. 11 (grüne Blätter) und Nr. 12 (Gras) beschickten Kulturen zeigten bei der mikroskopischen Untersuchung kein charakteristisches Bild. Die Bakterienhaut war in beiden Fällen sehr dünn; bei der mikroskopischen Untersuchung waren nur sehr wenige, vereinzelte Mikroben zu sehen. Aber auch aus diesen beiden Kulturen konnte nach dem Plattenverdünnungsverfahren Bact. aliphat. isoliert werden. Auf den Gelatineplatten entwickelten sich dabei neben den Kolonien von Bact. aliphat. auch Gelatine verflüssigende Kolonien, die, ihrerseits weitergezüchtet, sich mit Bact. aliphat. liquefaciens als identisch erwiesen (s. S. 516).

Über die analogen Versuche, bei denen die Flaschen geschüttelt wurden, führen wir die folgenden Protokolle an:

I. Nährflüssigkeit Nr. 10 (faulende Blätter) mit 3 Tropfen n-Hexan, geimpft mit Erde von einem Leguminosenbeet.

4. Tag: Gasentwicklung, starker Fäulnisgeruch. 3 weitere Tropfen n-Hexan hinzugesetzt.

7. Tag: Lebhafte Gasentwicklung. Viel Schaum auf der Oberfläche. 3 weitere Tropfen n-Hexan zugegeben.

9. Tag: Keine weitere Veränderung.

II. Nährflüssigkeit Nr. 10 (faulende Blätter) mit 3 Tropfen n-Hexan, geimpft mit der Erde von einem stark gedüngten Beet.

4. Tag: Starker Fäulnisgeruch.

3 weitere Tropfen n-Hexan zugegeben.

7. Tag: Schaum an der Oberfläche, starker Fäulnisgeruch.

3 weitere Tropfen n-Hexan hinzugegeben.

9. Tag: Keine weitere Veränderung.

Die mit Nährflüssigkeit Nr. 11 (grüne Blätter) und Nr. 12 (Gras) versetzten Kulturen zeigten im wesentlichen dasselbe Bild. Die Beobachtungen über die Entwicklung von Bact. aliphaticum konnten bei diesen Schüttelversuchen selbstverständlich nur mikroskopisch verfolgt werden. In keiner Kultur konnte eine merkliche Vermehrung dieser Bakterien festgestellt werden. Ungünstig wirken jedenfalls die Fäulnisbakterien, die auf diese Weise sehr gut zur Entwicklung kommen und Bact. aliphat. im Wachstum hemmen.

Näher untersucht wurden diese Schüttelversuche zur Isolierung von Bakt. aliphaticum nicht. Denn sie bieten bei der doch immerhin damit verbundenen Umständlichkeit des Schüttelns keinen Vorteil gegenüber der Isolierung beim Stehenlassen der Kolben.

3. Versuchsreihe. Versuch der Isolierung von Bact. aliphaticum aus Waldboden: Um zu sehen, ob Bact. aliphat. in faulendem Laub des Waldbodens vorhanden ist, wurden folgende Versuche ausgeführt:

Faules Eichenlaub aus dem Hardtwald bei Karlsruhe blieb mit kaltem Wasser 36 Std. lang stehen. Danach wurde filtriert und eine klare, hellbräunliche Flüssigkeit erhalten. In sterile Stöpselflaschen von 400 ccm Inhalt wurden ca. 150 ccm dieser Flüssigkeit eingefüllt und wechselnde Mengen von n-Hexan (2, 4 und 5 Tropfen) zugesetzt. Die Kulturen blieben bei Zimmertemperatur sich selbst überlassen. Keine derselben trübte sich im Verlauf von 3 Wochen. Auch mikroskopisch konnten keine Bakterien festgestellt werden.

Ein anderer Teil des Laubes wurde mit heißem Wasser übergossen und ebenfalls 36 Std. lang digeriert. Danach wurde filtriert und eine klare, hellbräunliche Flüssigkeit erhalten. Die Kulturen wurden in derselben Weise wie die oben beschriebenen Proben angesetzt, trübten sich aber ebenfalls nicht.

Außerdem wurden 2 dieser Kulturen mit Erde geimpft, die dem Boden, wo das Eichenlaub lag, entnommen war. Diese Kulturen zeigten im Verlauf von 3 Wochen keine Trübung.

Aus diesen Versuchen geht hervor, daß weder aus faulendem, zu dem Versuche benutzten Laub des Waldbodens, noch aus der dazugehörigen Walderdeprobe selbst, bei dieser Versuchsanordnung Bact. aliphat. zu isolieren ist.

Die beschriebenen Isolierungsversuche zeigen, daß Bacterium aliphaticum am leichtesten aus Leguminosenerde unter Anwendung einer Abkochung faulender Blätter zu isolieren ist. Ein besonderes steriles Verfahren ist dabei nicht notwendig. Es wurde von uns nur deshalb angewendet, um einwandfrei das Vorkommen dieser Kohlenwasserstoffbakterien in Gartenerde nachzuweisen.

Einfluß der Menge des zugesetzten n-Hexans auf die Isolierung von Bacterium aliphaticum: Diese Versuche wurden in derselben Weise wie die vorher beschriebenen unter Verwendung organischer Nährlösung Nr. 10 (faulendes Laub) angesetzt. n-Hexan wurde in wechselnden Mengen, 3—10 Tropfen, mittels einer Tropfpipette zugesetzt (1 Tropfen entspricht etwa 0,017 g n-Hexan). Die Menge der Nährlösung war 150 ccm.

Ein analoger Versuch mit Erde eines stark gedüngten Beetes ergab ganz das gleiche Bild.

Aus diesen Versuchen ging hervor, daß bei Zusatz von zuviel n-Hexan, d. h. wenn die Oberfläche ganz davon bedeckt ist, so daß der Sauerstoff abgesperrt ist, keine Bakterienvermehrung eintreten kann. Am günstigsten scheint wohl ein anfänglich geringer Zusatz von n-Hexan und dann allmähliche Steigerung desselben zu sein.

b) Morphologische und physiologische Charakterisierung von Bacterium aliphaticum.

Mikroskopisches Aussehen: Die Bakterien sind als Stäbchen sichtbar von der Größenordnung ca. 2 μ Länge und 1—1,5 μ Dicke, in lebendem Zustand gemessen. Sie besitzen eine sehr große Eigenbeweglichkeit: besonders lebhaft beweglich sind die Bakterien aus den flüssigen Kulturen.

Die Stäbchen drehen sich um ihre Längsachse und schwimmen vorwärts. Die Geschwindigkeit ist sehr verschieden; teilweise gleiten die Bakterien langsam dahin, gleichsam zitternd oder wackelnd, manchmal schießen sie mit plötzlichem Sprunge dahin und durchqueren in rasender Geschwindigkeit die Bildfläche; bald drehen sie sich um die Querachse, oft blitzschnell rotierend wie ein Kreisel. Dann wieder ruhen sie längere Zeit, um plötzlich davon zu fahren.

Färbbarkeit: Die Bakterien sind mit den gewöhnlichen Anilinfarbstoffen, wie Fuchsin und Methylviolett, leicht färbbar. Die gesättigte Lösung des Farbstoffes in absolutem Alkohol wurde mit dem zehnfachen Volumen destillierten Wassers verdünnt und so zum Färben benutzt.

Nach der Gramschen Methode, die mit Anilinwassergentianaviolettlösung, Lugolscher Lösung und konzentriertem Alkohol ausgeführt wurde, sind die Bakterien entfärbbar. Sie sind gramnegativ.

Die Prüfung auf Säurefestigkeit, zu der 5proz. Schwefelsäure verwendet wurde, ergab ebenfalls ein negatives Resultat. Die Bakterien sind nicht säurefest.

Geißelfärbung: Die Geißelfärbung wurde nach Loeffler ausgeführt. Die Beize hatte folgende Zusammensetzung: 5ccm kalt gesättigte Ferrosulfatlösung, 10 ccm frisch bereitete, 20proz. Tanninlösung und 1 ccm konzentrierte, wäßrige Fuchsinlösung. Da die Alkalität der verwendeten Beize für die verschiedenen Bakterien nach der Ansicht Loefflers genau bestimmt sein muß, z. B. für Bact. typhi genau 22 Tropfen 1proz. Natronlauge, wurde die Beize in verschiedenen Alkaleszenz- und Säuregraden hergestellt. Zu 10 ccm Beize wurden in Abstufungen je 40 bis 1 Tropfen verdünnte Schwefelsäure (doppelt normal) und ebenso je 40 bis 1 Tropfen 1proz. Natronlauge zugesetzt. Die Färbungen wurden mit den verschiedenen Beizen ausgeführt. Das beste Resultat wurde bei der Beize 15 Tropfen Natronlauge zu 10 ccm Beize erhalten. Es konnte hier mit Sicherheit peritriche Begeißelung festgestellt werden. Die Zahl der peritrichen Geißeln war allerdings nicht genau festzustellen, da stets die meisten Geißeln abgestoßen waren.

Wachstum auf den verschiedenen Nährböden: Es wurden die oben beschriebenen Nährböden benutzt. Die Temperatur betrug 20—25° C. Auf Agar- und Gelatineplatten wurden sogenannte „Schüttelkulturen" angelegt, d. h. mittels einer Platindrahtöse wurde von der Kultur von Bact. aliphaticum zunächst in die flüssigen, in Reagenzgläsern befindlichen Nährböden geimpft, darin durch Schütteln möglichst gleichmäßig verteilt und dann der Inhalt dieser Reagenzgläser in Petrischalen gegossen. Auf den andern Platten wurden Strichkulturen gemacht.

Agarplatten: Nach 3 Tagen sind weiße, schön irisierende Kolonien von 2—3 mm Querschnitt gewachsen; nach 6 Tagen haben die größten Kolonien einen Durchmesser von 3,5 mm. Nach 10 Tagen ist das Bild unverändert geblieben (s. Fig. 1, Taf. 1). Charakteristisch ist das Wachstum der Kolonien inner- und außerhalb des Agar.

Im Innern des Agar sind kleine, ovale Kolonien von gelblicher Farbe gewachsen. Die oberflächlichen Kolonien sind bedeutend größer und zeigen ein kreisrundes Wachstum. In auffallendem Licht haben diese Kolonien eine leicht rötliche Farbe, in durchscheinendem Licht eine zart blaugrüne.

40fache Vergrößerung: Die kreisrunden Kolonien haben einen scharf begrenzten Rand. Sie sind von ziemlich homogener Struktur (siehe Zeichnung auf Taf. I).

Agarstrichkulturen: Nach 2 Tagen ist ein saftig weißer Belag gewachsen.

Traubenzuckeragar-Stichkultur: Es findet keine Gasentwicklung statt. Die Bakterien wachsen nur aërob als weißer Belag auf der Oberfläche.

Milchzucker-Stichkultur: wie bei Traubenzucker.

Gelatineplatte: Die Temperatur betrug nur 18—20° C. Die Bakterien entwickeln sich hier nicht so gut als auf der Agarplatte oder Gelatinestrichkultur. Nur bei Verwendung sehr aktiver, junger Kulturen war überhaupt ein Wachstum zu beobachten. Nach 4 Tagen waren kleine, farblose Kolonien gewachsen; nach weiteren 2 Tagen zeigten die größten Kolonien einen Durchmesser von ca. 2,5 mm. Sie zeigten einen perlmutterartigen Glanz und ein ganz charakteristisches Wachstum. Um die ursprüngliche Mutterkolonie hatten sich sehr viele kleinere Tochterkolonien gebildet, die, im Kreise ringsum angeordnet, oft mehrere Kreise bildeten. Nach der Peripherie zu wurden die Kolonien immer kleiner, so daß man das Bild einer Art von Streuung erhielt (Tafel II). Man kann diese Erscheinung vielleicht durch die große Beweglichkeit der Bakterien erklären, derart, daß einzelne Individuen von der Mutterkolonie sich lostrennen und selbständig in einiger Entfernung wieder neue Kolonien bilden. Eine derartige Entwicklungsform ist, soweit die einschlägige Literatur zeigt, bis jetzt noch bei keinen Bakterien wahrgenommen worden. Diese Erscheinung bietet also ein außerordentlich charakteristisches Merkmal für Bact. aliphaticum.

Gelatinestrichkultur: Nach 2 Tagen ist ein zart irisierender, weißer Belag gewachsen; nach 8 Tagen ist er makroskopisch unverändert geblieben.

Kongorotplatte: Die Bakterien wachsen als weiße, undurchsichtige Kolonien; sie sind also nicht identisch mit Bact. coli, das den Kongorotnährboden bekanntlich blau färbt.

Kartoffelnährboden: Am 2. Tag war auf den Kartoffeln ein farbloser Belag gewachsen. Nach 4 Tagen war das Wachstum namentlich auf den Kartoffeln in den Petrischalen sehr üppig. Der Belag war gleichzeitig schwach bräunlich geworden.

Die Bakterien scheiden das diffundierende Enzym Diastase ab, nicht aber Lipase und Urease. Proteolytische Enzyme werden ebenfalls nicht gebildet; sie enthalten aber Katalase.

Das Verhalten der Bakterien gegenüber Kohlenwasserstoffen ist im chemischen Teil der Arbeit beschrieben.

Bacterium aliphaticum liquefaciens.

a) Isolierung.

Um eine Bakterienart zu gewinnen, die Naphthene als Kohlenstoff- und Energiequelle benutzen kann, oder zum mindesten widerstandsfähig gegen dieselben ist, wurden folgende Versuche angestellt: 6 Erlenmeyerkolben von ca. 500 ccm Inhalt wurden mit 200 ccm anorganischer Nährlösung beschickt und mit einem haselnußgroßen Stückchen Gartenerde von einem Leguminosenbeet aus dem Garten der Karlsruher Technischen Hochschule versetzt. 3 Kolben wurden mit je 3 Tropfen Zyklohexan, die anderen 3 mit je 3 Tropfen 1,3-Dimethylzyklohexan versetzt. Die Kulturen wurden verschiedenen Temperaturen ausgesetzt: 25°, 35° und 58° C. Es zeigte sich folgendes Bild:

Anorganische Nährlösung mit 3 Tropfen 1,3-Dimethylzyklohexan und Gartenerde.

Temperatur	1. Tag	2. Tag	3. Tag	8. Tag	9. Tag	10. Tag
25° C	klar	klar	trüb	trüb	trüb	stark trüb
35° C	„	„	klar	klar	s. wenig trüb	s. wenig trüb
58° C	„	„	„	„	schwach trüb	schwach trüb

Anorganische Nährlösung mit 3 Tropfen Zyklohexan und Gartenerde.

Temperatur	1. Tag	2. Tag	3. Tag	8. Tag	9. Tag	10. Tag
25° C	klar	klar	klar	klar	schwach trüb	schwach trüb
35° C	„	„	„	„	wenig trüb	wenig trüb
58° C	„	„	„	„	s. wenig trüb	s. wenig trüb

Die deutlich trübe Kultur mit 1,3-Dimethylzyklohexan bei 25° C wurde zur Weiterimpfung benützt. Sterile Erlenmeyerkolben von 200 ccm Inhalt wurden mit 50 ccm steriler, anorganischer Nährlösung beschickt und jeweils 4 Tropfen 1,3-Dimethylzyklohexan, Methylzyklohexan oder Zyklohexan zugegeben. Die Kolben wurden aus der oben beschriebenen Rohkultur geimpft. Nach 2 Tagen war die Kultur mit 1,3-Dimethylzyklohexan deutlich trüb. Die anderen Kulturen waren noch klar und trübten sich erst im Verlauf der folgenden Zeit schwach.

Von der Kultur mit 1,3-Dimethylzyklohexan wurde nun nochmals in der gleichen Weise übergeimpft. Es trat wieder nach 2 Tagen Trübung ein und außerdem hatte sich nach weiteren 3 Tagen viel Bakterienhaut gebildet. Aus dieser Kultur wurde eine Reinkultur hergestellt in der gleichen Weise, wie dies S. 510 bei Bact. aliphaticum beschrieben worden ist.

Da dieses Bakterium für analytische Zwecke zuerst nicht in Betracht zu kommen schien, wurden keine weiteren Isolierungsversuche gemacht. Einen Fingerzeig, daß auch dieses Bakterium wohl ziemlich allgemein in Erde vorkommt, geben die Befunde, die gelegentlich der Isolierung von Bact. aliphat. gemacht wurden. Bei den Anhäufungsversuchen dieser Bakterienart aus Gartenerde unter Verwendung organischer Nährlösung (Abkochung von grünen Blättern und Gras) und n-Hexan wurden auf den Gelatineplatten bei 2 verschiedenen Versuchsreihen verflüssigende Kolonien gefunden (S. 512). Bei näherer Untersuchung erwiesen sich dieselben als identisch mit Bacterium aliphaticum liquefaciens.

Selbst Naphthene, die bisher als starke Bakteriengifte galten, wirken also nicht wachstumtötend auf diese Bakterien. Zunächst wurde angenommen, daß die Naphthene selbst von den Bakterien zersetzt werden. Spätere quantitative Versuche zeigten jedoch, daß nur den Naphthenen beigemengte Verunreinigungen den Bakterien als Kohlenstoffquelle dienen.

b) Morphologische und physiologische Charakterisierung von Bacterium aliphaticum liquefaciens.

Mikroskopisches Aussehen: Es sind sehr bewegliche Stäbchen von wechselnder Größe, ca. 2 μ lang und 1—1,5 μ breit. Die Beweg-

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

lichkeit ist dieselbe, wie bei Bact. aliphat. In jungen, flüssigen Kulturen sind die Bakterien sehr beweglich, wogegen sie auf älteren, festen Nährböden unbeweglich sind.

Färbbarkeit: Mit den gewöhnlichen Anilinfarbstoffen, wie Fuchsin und Methylviolett, sind die Bakterien leicht färbbar. Nach Gram sind sie entfärbbar; sie sind also gramnegativ.

Die Prüfung auf Säurefestigkeit ergab ein negatives Resultat.

Geißelfärbung: Die Begeißelung ist peritrich; auch hier konnte die Zahl der Geißeln nicht genau festgestellt werden. Die Färbung wurde analog der bei Bact. aliphat. angewandten Methode ausgeführt.

Wachstum auf verschiedenen Nährböden: Die Kulturen wurden bei 25° C gehalten. Als Nährböden wurden die oben beschriebenen benutzt.

Agarplatte: Nach 2 Tagen sind weiße Kolonien gewachsen; nach 6 Tagen zeigen sie einen perlmutterartigen Glanz; im auffallenden Licht sind sie leicht rötlich gefärbt, im durchfallenden Licht blaugrün (s. Photogr. Taf. I).

40fache Vergrößerung: Die Kolonien zeigen eine feinpunktierte Struktur. In der Mitte sind sie hellbraun, gegen den Rand zu durchsichtig weiß (s. Zeichnung Taf. I, photographisch vervielfältigt).

Agarstrichkultur: Nach 2 Tagen ist ein üppig weißer Belag gewachsen.

Traubenzuckeragar-Stichkultur: Es findet keine Gasentwicklung statt. Die Bakterien wachsen nur aërob als weißer Belag auf der Oberfläche.

Milchzuckeragar-Stichkultur: Wie bei Traubenzucker.

Gelatineplatte: Nach 3 Tagen verflüssigen die Bakterien die Gelatine, nach 8 Tagen ist die ganze Platte verflüssigt.

Gelatinestichkultur: Nach 3 Tagen zeigen die Bakterien ein trichterförmiges Wachstum, nach 8 Tagen ist die ganze Gelatine verflüssigt. Am Boden ist ein bräunlicher Niederschlag zu sehen.

Gelatinestrichkultur: Nach 2 Tagen fängt die Gelatine an, sich zu verflüssigen.

Naphthensäureplatte: Nach 2 Tagen ist ein farbloser Belag gewachsen; nach 4 Tagen ist das Wachstum sehr gut.

Kongorotplatte: Es entwickeln sich zart rosa Kolonien. Auch dieses Bakterium ist somit nicht identisch mit Bacterium coli.

Kartoffelkultur: Nach 2 Tagen ist ein schleimiger, gelber Belag gewachsen, der nach 6 Tagen glänzend braun geworden ist. Die Kartoffel hat sich dunkel gefärbt.

Diese Untersuchungen zeigten, daß dieses Bakterium sehr große Ähnlichkeit mit Bact. aliphaticum hat. In den meisten Punkten stimmt es fast völlig mit demselben überein. Der Unterschied besteht nur darin, daß Bact. aliphaticum liquefaciens Gelatine verflüssigt und das diffundierende Enzym Lipase abscheidet. Es ist vielleicht mit B. Lipolytic. identisch.

Der Nachweis einiger Enzyme wird S. 521—525 beschrieben. Die Bakterien scheiden die diffundierenden Enzyme Diastase und Lipase, nicht aber Urease, ab. Proteolytische Enzyme werden ebenfalls gebildet; außerdem Katalase.

Das Verhalten der Bakterien gegenüber Kohlenwasserstoffen ist im chemischen Teil der Arbeit beschrieben.

Paraffin-Bakterium.

a) Isolierung.

Anhäufungsversuche mit Paraffinöl als alleiniger Kohlenstoff- und Energiequelle wurden analog den bei Bact. aliphaticum und Bact.

aliphaticum liquefaciens beschriebenen Versuchsreihen ausgeführt.

Erlenmeyerkolben von ca. 500 ccm Inhalt wurden mit 200 ccm steriler, anorganischer Nährlösung gefüllt und 2 ccm Paraffinöl zugegeben und mit Gartenerde geimpft. Die Kolben wurden unverschlossen bei 30° C aufgestellt. Nach 6 Tagen war die Lösung trüb. Gleichzeitig trat auch eine Rosafärbung des Paraffinöles auf. Es wurde nun übergeimpft in 100 ccm steriler, anorganischer Nährlösung, die 1 ccm Paraffinöl enthielt. Nach 3 Tagen trat hier wieder eine Rosafärbung des Paraffinöles auf. Um festzustellen, ob auch eine Reinkultur imstande ist, diese Färbung hervorzurufen, wurde nach dem Plattenverdünnungsverfahren (s. S. 510) eine Reinkultur erzielt.

Versuche mit letzterer zeigten jedoch, daß nunmehr keine Färbung des Paraffinöles eintrat.

Das mikroskopische Bild dieses Paraffinbakteriums zeigt große Ähnlichkeit mit den von L. Klein[1]) isolierten falschen Heubazillen Bacillus leptosporus und B. sessilis. Zur näheren Identifizierung wurden die Paraffinbakterien auf ihre morphologischen und physiologischen Eigenschaften untersucht und insbesondere ein Sporenkeimungsversuch ausgeführt.

b) Morphologische und physiologische Charakterisierung des Paraffin-Bakteriums.

Mikroskopisches Aussehen: Auf festen Nährböden wachsen die Bakterien als unbewegliche Stäbchen von ca. 4—6 μ Länge und 1,5—2 μ Breite, die oft zu langen Ketten mit 15—20 Gliedern ausgewachsen sind. Charakteristisch ist die verhältnismäßig rasche Sporenbildung. In der Mitte eines Stäbchens bildet sich eine stark glänzende Spore. Über die Bildung und Keimung der Sporen wird weiter unten ausführlich berichtet.

Färbbarkeit: Die Bakterien sind schwer färbbar. Die Sporenfärbung verlief positiv.

Wachstum auf den verschiedenen Nährböden: Die Kulturen wurden, mit Ausnahme der Gelatinekulturen, bei 25° C gehalten. Als Nährböden wurden die S. 507—509 beschriebenen benutzt.

Agarplatte: Nach 2 Tagen hatten sich weiße Kolonien entwickelt. Nach 8 Tagen zeigten dieselben eine ganz charakteristische Form. Es waren runde Kolonien, deren Ränder gleichsam ausgefranst waren. Hervorzuheben ist auch, daß die Kolonien sich sehr leicht vom Agar abheben ließen. Legt man ein sterilisiertes Deckglas auf die Kolonie, so bleibt die Kolonie beim Abheben ohne weiteres darauf haften, was zu mikrophotographischen Zwecken benutzt wurde (s. Fig. 9. Taf. II).

40fache Vergrößerung: Die Kolonie zeigte eine ganz verschiedene Struktur, je nachdem, ob sie sich auf der Oberfläche oder im Innern des Agar entwickelte (s. Zeichnung Tafel II, photograph. vervielfältigt).

Agarstrichkulturen: Nach 2 Tagen ist ein weißer Belag gewachsen.

Gelatineplatte: Die Temperatur betrug nur 18—20° C. Nach 2 Tagen sind weiße Kolonien gewachsen, nach 4 Tagen fingen sie an, die Gelatine zu verflüssigen. In weiteren Tagen wird dieselbe stark verflüssigt.

Gelatinestichkultur: Nach 4 Tagen zeigen die Bakterien ein nagelförmiges Wachstum. Die Gelatine ist stark verflüssigt.

Naphthensäureplatte: Es entwickeln sich keine Bakterien.

Kartoffelkultur: Nach 4 Tagen ist ein rötlichbrauner Belag gewachsen.

---

[1]) Klein, L., Botanische Bakterienstudien. (Centralbl. f. Bakt. Bd. 6. 1889. S. 313, 345, 377.)

Der Nachweis einiger Enzyme wird S. 521—522 beschrieben. Die Bakterien scheiden das diffundierende Enzym Lipase, nicht aber Urease, ab. Proteolytische Enzyme werden ebenfalls gebildet: außerdem Katalase.

Das Verhalten dieser Bakterien gegenüber Kohlenwasserstoffen ist im chemischen Teil der Arbeit beschrieben.

c) Beobachtung der Sporenkeimung und Sporenbildung bei Paraffinbakterium.

Das Paraffinbakterium gleicht in seinem mikroskopischen Aussehen den von L. Klein (a. a. O.) gelegentlich der Untersuchung von Heubazillen isolierten sogenannten falschen Heubazillen, Bacillus leptosporus und B. sessilis, die ihrerseits, namentlich die letztgenannte Bakterienart, große Ähnlichkeit mit Bacillus anthracis zeigen. Zur näheren Untersuchung des von uns isolierten Bakteriums wurden Beobachtungen über die Sporenkeimung und die Sporenbildung angestellt. Früher dienten den Medizinern zur Charakterisierung der Bakteriensporen lediglich Farbreaktionen. L. Klein betonte demgegenüber, daß nur die direkte Beobachtung des Keimungsvorganges die Sporennatur sicherstellen könnte, daß sie spezifische Merkmale ersten Ranges liefert, die in manchen Fällen für sich allein schon vollkommen zur Speziescharakterisierung der Bakterien genügten. Unzweifelhaft sichere Ergebnisse erhält man naturgemäß nur durch die Beobachtung des Vorganges an einem und demselben Individuum, worauf denn auch Klein den größten Nachdruck legte. Freilich erfordert diese Methode viel Zeit und Übung, wenn die Bedingungen, unter denen die Sporenkeimung verläuft, noch nicht festgestellt sind. Daher wurden zunächst Vorversuche ausgeführt, um die Verhältnisse kennen zu lernen, unter denen die Sporen am raschesten und sichersten auskeimen.

Von einer 2 Monate alten Agarkultur des Paraffinbakteriums, die lediglich aus Sporen bestand, wurde auf frische, sterile Agarröhrchen abgeimpft. Das eine Agarröhrchen, das viel Kondenswasser enthielt, wurde bei 30—35° gehalten, das andere ohne Kondenswasser bei 20—25°. Nach 12 Std. wurden beide Kulturen mittels mikroskopischer Präparate untersucht. Wurde von der Kultur bei 30—35° von unten, wo das Kondenswasser war, etwas Material entnommen, so war das mikroskopische Bild folgendes: sehr viele, lebhaft bewegliche Stäbchen von 4—6 μ Länge und 2 μ Breite bewegten sich durch das Gesichtsfeld. Sie schlängeln sich vorwärts, oder rotieren blitzschnell um die Querachse. Zweigeteilte Stäbchen bewegen sich noch sehr rasch vorwärts, indem sie an der Teilstelle einknicken. Ketten mit 4 und 6 Gliedern zeigen auch noch lebhafte Beweglichkeit. Manchmal konnten sogar Ketten, aus 10 bis 20 Gliedern bestehend, in schlängelnder Vorwärtsbewegung beobachtet werden. Wurde von derselben Kultur jedoch von oben, wo der Agar ziemlich trocken war, abgeimpft, so zeigte die mikroskopische Untersuchung nur vereinzelte unbewegliche Stäbchen; der Hauptteil der Sporen war noch unverändert geblieben. Dasselbe Bild bot die mikroskopische Untersuchung der bei 25° gehaltenen Agarkultur. Nach weiteren 24 Std. wurden beide Kulturen in derselben Weise mikroskopisch untersucht. Die 1. Kultur zeigte nun unbewegliche, teilweise zu langen Ketten ausgewachsene Stäbchen, die jeweils in der Mitte eine stark glänzende Spore enthielten. In der anderen Kultur waren die Sporen größtenteils zu Stäbchen ausgekeimt, von denen aber nur vereinzelte beweglich waren. Im Verlauf der nächsten

3 Tage waren in den beiden Kulturen in der Hauptsache nur noch Sporen zu sehen; bei manchen zeigten sich noch Reste von Stäbchen.

Auf Grund dieser Beobachtungen ausgeführte Sporenkeimungsversuche mit frischen Kulturen brachten zunächst jedoch nur negative Resultate. Die Versuche wurden derart ausgeführt, daß mittels einer Platinöse ein flacher Hängetropfen auf einem Deckglas gebildet wurde, das auf einen hohl geschliffenen Objektträger mittels Vaseline befestigt wurde. Als Nährmedium dienten Bouillon- oder Bouillonagar, in dem wenig Sporenmaterial möglichst gleichmäßig verteilt war. Die Kulturen, die nicht ganz luftdicht abgeschlossen sein dürfen, trocknen bei der erhöhten Temperatur von 30—35° C stets sehr rasch aus. Daher wurde bei den folgenden Versuchen die sogenannte feuchte Kammer benutzt. Ein Stück abgeschliffenes Glasrohr von ca. 1,5 cm Durchmesser und ca. 0,7 cm Höhe wurde auf einen Objektträger aufgekittet und der Boden dieser Kammer mit Wasser gefüllt. Als Nährmedium wurde wegen ihrer Durchsichtigkeit Bouillongelatine verwendet. Die Sporen konnten bei dieser Einrichtung deutlich und sehr scharf eingestellt werden. Trotzdem fielen die nächsten Versuche wieder negativ aus. Die beobachteten, deutlich sichtbaren Sporen keimten selbst im Verlauf von mehreren Tagen nicht aus. Beim späteren Absuchen des Präparates wurde aber stets gefunden, daß die tieferliegenden Sporen, wie sich durch verschiedenes Einstellen des Mikroskoptubus feststellen lassen konnte, zu Stäbchen ausgekeimt waren. Diese Sporen liegen an der Oberfläche der Gelatine, kommen also direkt mit dem Luftsauerstoff in Berührung, während die im Innern des Nährbodens liegenden, deutlich sichtbaren Sporen, vom Sauerstoff abgeschnitten, nicht auskeimen können. Daher wurden bei den nächsten Versuchen Strichkulturen mit dem Paraffinbakterium gemacht. Auf dem Deckglas wurde mittels einer Platinöse Bouillongelatine möglichst flach ausgebreitet, so daß sie in einigen Augenblicken erstarrte. Darauf wurden nun Strichkulturen mit sehr wenig Sporenmaterial aufgetragen. Bei dieser Anordnung erzielten wir sehr gute Resultate. Innerhalb von 3 Std. war die Auskeimung fast sämtlicher Sporen erfolgt. Der Keimungsvorgang, am einzelnen Individuum beobachtet, gestaltete sich bei einer Temperatur von 30—35° C folgendermaßen: Beispielsweise wurden um 8 Uhr frische, am Tage zuvor gebildete Sporen auf die Nährgelatine aufgetragen. Die mikroskopische Beobachtung zeigte sie als längliche, stark glänzende Sporen mit einem Stich ins Gelbgrün; sie waren 2,5—3 μ lang und etwa 1,5 μ breit. In den folgenden 2 Std. änderten die Sporen ihr Aussehen nicht. Um 10 Uhr war noch keine Veränderung wahrzunehmen. In den nächsten Minuten trat jedoch eine auffallende Änderung ein. Die Sporen streckten sich und wurden blasser. Die Streckung erfolgte zunächst nur in einer Richtung; die Sporenmembran verquoll an dem einen oberen Ende. Ein Reißen der Sporenhaut konnte nie beobachtet werden. An dem unteren Ende war das Stäbchen noch stark glänzend (s. Taf. III, Fig. 3). Dies blieb manchmal längere Zeit sichtbar, selbst wenn das Stäbchen sich schon geteilt hatte (s. z. B. Taf. III, Fig. 11). Um 10 Uhr 30 Min. bot das beobachtete Stäbchen ungefähr das auf Fig. 4 dargestellte Bild. Von nun an erfolgte auch ein Quellen in die Breite. Um 10 Uhr 45 Min. war die Spore bereits zu einem ganz blassen Stäbchen von ca. 4 μ Länge und 2 μ Breite geworden. Um diese Zeit waren übrigens fast alle sonst noch sichtbaren Sporen zu Stäbchen ausgekeimt. Um 11 Uhr war das beobachtete Stäbchen 6 μ lang und fing an, sich zu teilen (s. Taf. III, Fig. 6). Um 11 Uhr 30 Min. war die Teilung beendet; es hatten sich 2 Stäbchen gebildet von

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

jeweils 5 μ Länge. Um 11 Uhr 40 Min. fingen die Stäbchen an, sich langsam voneinander wegzubewegen. Um 11 Uhr 50 Min. hatten sie eine andere Lage eingenommen (s. Taf. III, Fig. 9). Die Stäbchen fingen nun an, sich zu teilen. Um 12 Uhr waren beide Stäbchen deutlich geteilt. Um diese Zeit war übrigens zum 1. Male eine Bewegung der Stäbchen zu beobachten. Durch das Gesichtsfeld bewegten sich sehr lebhaft verschiedene Stäbchen schlängelnd oder rotierend. Um 12 Uhr 30 Min. waren sehr viele bewegliche Stäbchen zu sehen, teilweise sogar 4gliedrige Ketten. Auch die beobachteten Stäbchen waren aus dem Gesichtsfeld entschwunden. Nach einer weiteren ½ Std. waren fast alle Stäbchen lebhaft beweglich. Nach 10 Std. waren sehr viele unbeweglich geworden. Nach 12 Std. waren fast alle unbeweglich; der Zellinhalt nahm eine sehr feinkörnige Beschaffenheit an, was als erstes Zeichen der beginnenden Sporenbildung aufzufassen ist. Die Granulierung wurde im Verlauf der nächsten Std. immer deutlicher; in den Zellen waren einige Körnchen zu sehen. In der Mitte war eine Stelle, die man als Sporeninitiale auffassen konnte (s. Taf. III, Fig. 13). Nach Verlauf von weiteren 12 Std. war in jedem Stäbchen deutlich eine stark lichtbrechende Spore zu sehen; die übrige Zellgranulierung war verschwunden. Nach 6 Std. waren einzelne Sporen schon ganz losgelöst zu sehen, sehr viele lagen noch in den Stäbchen.

Bei anderen, unter den gleichen Bedingungen beobachteten Versuchen erfolgte die Keimung ebenfalls im Verlaufe von 4 Std. Nach 8 Std. zeigten alle Stäbchen eine außerordentlich lebhafte Beweglichkeit. Innerhalb 16 Std. waren die meisten Stäbchen unbeweglich geworden und zeigten beginnende Sporenbildung.

Auf Grund dieser Sporenkeimung und Sporenbildung gehört also das Paraffinbakterium mit Bacillus subtilis, B. leptosporus, B. sessilis, B. anthracis u. a. in eine natürliche Verwandtschaftsgruppe, bei welcher die Sporenbildung nach demselben Typus verläuft.

Von Bacillus sessilis und B. leptosporus unterscheidet sich dieses Bacterium durch seine große Beweglichkeit. Bei Bacillus sessilis konnte L. Klein in keinem Stadium der Sporenkeimung Beweglichkeit feststellen. Die Beweglichkeit von B. leptosporus ist eine bedeutend geringere. L. Klein konnte z. B. beobachten, daß 2½ Std. nach dem Beginne der Beweglichkeit noch fast sämtliche im Gesichtsfelde befindlichen Fäden ihrer Genesis nach zu bestimmen waren.

Nachweis einiger Enzyme bei Bacterium aliphaticum, Bacterium aliphaticum liquefaciens und Paraffinbakterium.

Die Isolierung der Enzyme bei Bakterien ist bis jetzt bekanntlich nur in einzelnen Fällen wirklich exakt gelungen. Bei den vielen Umsetzungen, welche durch diese Mikroorganismen ausgelöst werden, ist die Charakterisierung als reine Fermentprozesse oft gar nicht möglich. Wir beschränkten uns auf den Nachweis von Diastase, Lipase, Urease und Katalase sowie proteolytischen Enzymen.

Nachweis der Lipase. Die Prüfung auf Lipase wurde nach der Methode von Eyckman[1]) ausgeführt. Der Boden einer Petrischale wurde mit einer dünnen Schicht Rinderfett ausgegossen und darauf steriler Nähragar gegeben. Nun wurden Strichkulturen mit Bacterium aliphaticum, B. aliphaticum liquefaciens und dem Paraffinbakterium darauf angelegt. Bei den beiden letztgenannten Bakterien bildete sich am Boden ein weißer Niederschlag von fettsaurem Kalk, ein Beweis, daß diese Bakterien diffundierende Lipase abscheiden. Bei Bact. aliphaticum wurde diese Erscheinung nicht wahrgenommen; es scheidet somit keine diffundierende Lipase ab.

---

[1]) Centralbl. f. Bakt. Abt. I. Bd. 29. 1901.

Prüfung auf Diastase. Die Prüfung auf Diastase wurde nach dem Verfahren von Wiysmann[1]) mit der Stärkegelatineplatte ausgeführt. Es wurden nicht abgetötete, sondern lebende Kulturen verwendet.

Gelatine wurde zu 6 Proz. in der von uns gebräuchlichen anorganischen Nährlösung (s. S. 508) gelöst und mit ca. ½ Proz. löslicher Stärke versetzt. Nachdem einige Min. gekocht war, wurde der Nährboden in dünner Schicht in Petrischalen ausgegossen. Auf diesen Platten wurden als Strichkultur Kulturen von Bact. aliphat., Bact. aliphat. liquef. und Paraffinbakterium angelegt. Nach 2 Tagen hatten sie sich sehr gut entwickelt, ein Beweis, daß sie Stärke gut assimilieren können. Zum Nachweis, daß es sich hierbei um eine Enzymwirkung handelt, wurde die Platte mit einer Jod-Jodkaliumlösung übergossen. Im Umkreis des Bakteriumwachstums zeigten sich helle Diffussionsfelder in dem im übrigen blaugefärbten Nährboden. Somit ist die Abscheidung von Diastase bei Bact. aliphaticum und dem Paraffinbakterium nachgewiesen, während bei Bact. aliphaticum liquefaciens, infolge der starken Verflüssigung der Gelatine, dieser Nachweis auf diesem Wege nicht erbracht werden kann.

Nachweis der Urease. Der Nachweis der Urease wurde mit der Hefe-Gelatine-Ureumplatte von Beijerinck (s. S. 508) ausgeführt. Zur Prüfung der Platte wurde mit Ureumbakterien geimpft. Die harnstoffspaltenden Bakterien zeigten das charakteristische Irisieren des Nährbodens. Im Umkreis der einzelnen Kolonien entstand ein Niederschlag in dünner amorpher Schicht, der als Newtonsche Farbenringe prachtvoll irisierend zu sehen war. Beim Impfen der Ureumplatten mit Bact. aliphaticum, Bact. aliphat. liquefaciens und dem Paraffinbakterium konnte diese Erscheinung nicht wahrgenommen werden. Diese Bakterien scheiden somit keine Urease ab.

Nachweis der proteolytischen Enzyme. Hierzu wurden Bact. aliphat. liquefac. und das Paraffinbakterium nach einer unveröffentlichten Methode von J. Tausz untersucht. Frisches Eiweiß wurde in dünner Schicht auf Petrischalen ausgebreitet und auf dem Wasserbad zum Gerinnen gebracht. Nachdem die Platten in der üblichen Weise im Dampftopf sterilisiert waren, wurde steriler Nähragar in dünner Schicht daraufgegossen. Die Platte, die ein milchig trübes Aussehen hatte, wurde nun mit Kulturen von Bact. aliphat. liquefaciens und Paraffinbakterien geimpft. Nach 3 Tagen war an den Stellen, wo Bakterienwachstum stattgefunden hatte, die Platte deutlich aufgehellt. Im Verlauf von weiteren 8 Tagen war die Platte an diesen Stellen ganz durchsichtig geworden, während sie im übrigen ihr milchig trübes Aussehen behalten hatte.

Dies beweist, daß Bact. aliphat. liquefaciens und das Paraffinbakterium diffundierende proteolytische Enzyme abscheiden.

---

[1]) Lindner, B., Mikroskopische Betriebskontrolle in dem Gärungsgewerbe. Berlin 1905. S. 135.

Qualitative und quantitative Bestimmung der Katalase. Katalasen haben die Eigenschaft, Wasserstoffsuperoxyd katalytisch unter Sauerstoffentwicklung zu zersetzen. Während man früher diese Fähigkeit als Eigenschaft aller Fermente betrachtete[1]), nimmt man jetzt allgemein an, daß diese Spaltung durch ein besonderes Ferment hervorgerufen wird. Loew[2]) sprach als erster klar aus, daß hier ein eigenes Enzym tätig ist, dem er den Namen „Katalase“ gab. Loew hat jedoch keineswegs die Indentität der in verschiedenen Organismen vorkommenden Enzyme bewiesen, und es ist vielleicht wahrscheinlicher, daß verschiedene Enzyme, die sich in anderen Hinsichten unterscheiden lassen, diese Eigenschaften besitzen. Raudnitz[3]) u. a. nennen diese daher vorläufig Superoxydasen. Die Bedeutung der Katalase für den Organismus besteht nach C. Engler[4]) darin, daß die bei der Assimilation sich bildenden, peroxydartigen Verbindungen, die für den Organismus als giftwirkend bekannt sind, beseitigt werden. Die Katalasebildung ist eine fast allgemein verbreitete Fähigkeit der Bakterien. Quantitativ ist sie allerdings bei den einzelnen Arten sehr verschieden.

Wir prüften zunächst Kulturen von Bact. aliphat. und Bact. aliphat. liquefac. qualitativ auf das Vorhandensein der Katalase. Nach Zusatz von Wasserstoffsuperoxyd zeigten dieselben eine lebhafte Gasentwicklung.

Die Wirkungsweise der Katalase wurde nun auch quantitativ nach der Permanganatmethode verfolgt, die von Chodat und Bach[5]), Senter[6]) und Jorns[7]) empfohlen wird. Dabei darf nicht vergessen werden, daß der Einfluß des Milieus — Säuren und Basen wirken z. B. hemmend — eine ausschlaggebende Bedeutung für die Reaktionsgeschwindigkeit hat. Immerhin geben die folgenden Resultate einen ungefähren Anhaltspunkt über die Intensität der Katalasewirkung. Zur Bestimmung wurden lebende Kulturen benutzt, sowohl in anorganischer Nährflüssigkeit mit n-Hexan, als auch in Nährbouillon verschiedenen Alters, außerdem zum Vergleich keimfreie Kulturen.

Zur Titration kam eine 100stel molare Kaliumpermanganatlösung und eine ca. 1proz. Wasserstoffsuperoxydlösung (hergestellt durch Verdünnen des Merckschen Perhydrols) in Anwendung.

Um die Störung durch Anwesenheit organischer Substanz auszuscheiden, wurde vorher ein blinder Versuch ausgeführt. Es wurde bestimmt, wieviel von der Permanganatlösung durch eine bestimmte Menge der zu untersuchenden Flüssigkeit unter gleichen Verhältnissen wie bei der späteren Titration reduziert wird. Die erhaltenen Werte fielen innerhalb der Fehlergrenzen, konnten also vernachlässigt werden.

Zur Ausführung der Katalasebestimmung wurde eine bestimmte Menge der auf ihren Katalasegehalt zu untersuchenden Flüssigkeit (meist 90 ccm) mit einer genau abgemessenen Menge Wasserstoffsuperoxyd versetzt (meist

---

[1]) S. z. B. Schönbein, Journ. f. prakt. Chem. Bd. 89. 1863. S. 334.

[2]) Ber. d. Deutsch. chem. Ges. Bd. 35. 1902. S. 1276.

[3]) Zeitschr. f. Biolog. Bd. 42. S. 91; nach C. Oppenheimer, Die Fermente. Leipzig 1913.

[4]) Engler u. Weißberg, Kritische Studien über die Vorgänge der Autoxydation. 1904. S. 191.

[5]) Ber. d. Deutsch. chem. Ges. Bd. 36 u. folgende.

[6]) Zeitschr. f. phys. Chem. Bd. 44. 1903. S. 257.

[7]) Arch. f. Hyg. Bd. 67. 1908. S. 134.

10 ccm), so daß die Gesamtmenge 100 ccm betrug. Die Flüssigkeiten wurden in einer Flasche von 200 ccm Inhalt mit eingeschliffenem Glasstöpsel zusammengebracht. Der Augenblick, in dem die Wasserstoffsuperoxydlösung hinzugefügt wurde, galt als Beginn der Reaktion. Alle verwendeten Flüssigkeiten standen längere Zeit vor Beginn der Reaktion bei der gleichen Temperatur, bei der später die Reaktion ablaufen sollte.

Zur Titrierung wurden der Gesamtmenge aus der 200 ccm Flasche nach der gewünschten Zeit je 10 ccm mit einer Pipette entnommen und sofort in ein Titrierkölbchen gegeben, das ca. 30—50 ccm destilliertes Wasser und 5 ccm Schwefelsäure (1:4) enthielt. Dieser Schwefelsäurezusatz genügt, um die Katalasereaktion zu unterbrechen.

Vor der Entnahme der Reaktionsflüssigkeit mit der Pipette mußte dieselbe tüchtig umgeschüttelt werden, da sonst durch die beim Stehen eingebrachte Sauerstoffübersättigung der Reaktionsflüssigkeit in der Pipette beim Entnehmen eine starke Gasentwicklung eintritt, die ein genaues Messen unmöglich macht.

Die Titrationen wurden alle bei Zimmertemperatur (ca. 20° C) ausgeführt. Benützt wurden 12 Tage alte Bouillonkulturen. 1 ccm Bouillonkultur wurde mit 89 ccm destillierten Wassers und 10 ccm Wasserstoffsuperoxydlösung in einem 200 cm Kölbchen gemischt. In bestimmten Zeitabschnitten wurde jeweils 10 ccm herauspipettiert und auf eben beschriebene Weise titriert.

Außerdem wurden auch Kulturen, die in anorganischer Nährflüssigkeit und n-Hexan gezüchtet waren, benützt. Sie wurden mittels eines gewöhnlichen, sterilen Filters von Bakterienhaut befreit, um vergleichbare Lösungen zu erhalten. 90 ccm der filtrierten Lösung wurden mit 10 ccm Wasserstoffsuperoxydlösung versetzt und auf eben beschriebene Weise titriert.

Der Gehalt der Wasserstoffsuperoxydlösung wurde an jedem Versuchstage durch Titration mit der m/100-Lösung bestimmt.

Art und Alter der Kultur	Menge der Kultur in ccm	Anfgs. Titer von H_2O_2 i. mg	Temp. in C^0	Min.	Menge des zers. H_2O_2 in mg
Bact. aliphaticum liquefaciens					
12 Tage alte Bouillonkultur . . .	1	62,90	30	60	38,25
13 „ „ Kultur (anorg. Nährlösung u. n-Hexan)	90	62,05	30	60	60,35
Bact. aliphaticum					
12 Tage alte Bouillonkultur . . .	1	62,00	30	60	22,05
13 „ „ Kultur (anorg. Nährlösung u. n-Hexan)	90	63,00	30	90	63,00
Jorns [1] fand für Bouillonkulturen verschiedener Bakterien folgende Werte:					
Bact. prodigiosum					
38 Std. alt	1,0	106,25		60	44.2
3 Tage alt	1,0	113.05		60	64.2
23 „ „	1,2	106.25	0	60	52,7
4 Mon. „	1,0	97,75	0	60	51,4
Bact. tenuis					
3 Tage alt	1,0	97,75	15	15	13,5
6 „ „	1,0	96,9	17	5	85.85
Bact. pyocyaneum	1,0	100,3	17	15	11,05
Bact. tuberculosis, 1 Mon. alt . . .	1,0	96,9	17	15	22,95
Bact. capsulatum	1,0	98.6	17	15	23.8
Bact. levans. Schwarzbrot	1.0	97,75	17	15	30,6

---

[1] Arch. f. Hyg. Bd. 67. 1908. S. 161.

Vorstehende Tabellen geben eine Übersicht über die Intensität der Katalase. Die angeführten Werte sind Mittelwerte verschiedener Versuche.

Die Resultate zeigen einen ungefähren Vergleich mit den von Jorns untersuchten Bakterienarten. Bact. aliphat. und Bact. aliphat. liquefac. entsprechen hinsichtlich der Intensität der Katalasebildung den von Jorns untersuchten Bakterienarten.

Züchtung aktiver Kulturen von Bacterium aliphaticum und Bacterium aliphaticum liquefaciens für die Assimilation von Kohlenwasserstoffen.

Die Kulturen von Bact. aliphat. und Bact. aliphat. liquefac., welche längere Zeit auf Nähragar oder Gelatine gezüchtet waren, zeigten, daß sie nicht mehr so aktiv sind gegenüber den Kohlenwasserstoffen, als die, welche in anorganischer Nährlösung gezüchtet waren und als alleinige Kohlenstoffquelle Kohlenwasserstoffe enthielten. Wurden z. B. 2—3 Generationen der Bakterien nacheinander auf Nähragar oder Gelatine gezüchtet, so kam es öfters vor, daß sie nicht mehr fähig waren, Kohlenwasserstoffe zu assimilieren. Erst nach mehrmaligem Impfen und bei Verwendung von viel Bakterienmaterial konnten sie sich auf Kosten der zugesetzten Kohlenwasserstoffe vermehren. Diese Erscheinung wurde nicht nur bei den von uns isolierten Bakterien, sondern auch an 2 Bakterienarten beobachtet, welche schon von Söhngen[1]) als Kohlenwasserstoffbakterien erkannt waren.

Die Bakterien Mycobacterium Phlei, Bacillus b Möller und Mycobacterium lacticola, Bacillus II Möller waren aus dem Králschen Institut in Wien bezogen, wo sie auf Bouillonagar gezüchtet waren und in Reinkultur zur Verfügung standen. Zunächst schien es, als ob sie die Fähigkeit, Kohlenwasserstoffe zu zersetzen, eingebüßt hätten. Nach öfterem Impfen waren sie jedoch wieder gut fähig, Kohlenwasserstoffe als einzige Kohlenstoffquelle zu verwenden.

Auf Grund dieser Erfahrungen wurden die Kulturen von Bact. aliphat. und Bact. aliphat. liquefac., die zur Analyse von Kohlenwasserstoffen verwendet wurden, stets in anorganischer Nährlösung, der als alleiniger Kohlenstoffquelle n-Hexan zugesetzt war, gezüchtet (s. a. chemischer Teil, S. 529). Durch öfteres Überimpfen wurden die Bakterien in ständiger Aktivität gehalten. Um sie an Naphthene zu gewöhnen, wurde dem Hexan immer noch Zyklohexan oder Methylzyklohexan beigemischt, und zwar 5 Teile Naphthen auf 1 Teil Hexan. Die letzten Kulturen waren mehr als 100mal übergeimpft.

Chemischer Teil.

I. Über das Verhalten von Bacterium aliphaticum, Bacterium aliphaticum liquefaciens und Paraffin-Bakterium gegenüber reinen Kohlenwasserstoffen.

1. Paraffinkohlenwasserstoffe.

a) Die untersuchten Kohlenwasserstoffe.

a) n-Hexan: $CH_3(CH_2)_4CH_3$.

Dieser Kohlenwasserstoff wurde aus n-Propyljodid und Natrium nach

---

[1]) a. a. O.

Schorlemmer[1]) gewonnen, teils auch von Kahlbaum bezogen. Kp. = 71°; D_4^{20} = 0,6597; n_d^{20} = 1,3784.

b) n-Oktan: $CH_3(CH_2)_6CH_3$.

Dieser Kohlenwasserstoff wurde durch Hydrieren von käuflichem Kaprylen (Merck) dargestellt. 11,2 g Kaprylen wurden in einen, von Tausz[2]) angegebenen Hydrogenisationsapparat gebracht, der zuvor mit Wasserstoffgas durchgespült war. Als Katalysator dienten 5 g Palladiummohr, das mittels eines elektrischen Ofens auf 150° erhitzt wurde. Kaprylen wurde zum Sieden erhitzt, so daß die Dämpfe über das Palladium strichen. Im hinteren, kälteren Teil der Röhre kondensierte sich das Reaktionsprodukt und konnte dann wieder in die untere Röhre geleitet werden, um demselben Kreislauf zu unterliegen. Nach Verbrauch von 2,2 l Wasserstoff wurde der erhaltene Kohlenwasserstoff zum Entfernen von eventuell nicht in Reaktion getretenem Kaprylen 8 Stunden lang in dem Tauszschen[2]) Kolben mit 50 ccm gesättigter, wässriger Quecksilberazetatlösung, zu welcher 5 ccm Äthylalkohol zugegeben wurden, auf dem Wasserbad gekocht. Dann wurde abdestilliert und das Destillat zunächst mit Natronlauge, dann mit Natriumbisulfitlösung und zuletzt mit Wasser gewaschen. Nach 2maligem Destillieren über Natrium zeigte der Kohlenwasserstoff die Konstanten: Kp = 125°; D_4^0 = 0,718 und n_D^{20} = 1,3984.

c) Dekan (Diisoamyl): $(CH_3)_2CH(CH_2)_4CH(CH_3)_2$ war von Kahlbaum bezogen und zeigte nach der Rektifikation über Natrium die Konstanten: Kp = 159°; D^{22} = 0,7216: n_D^{20} = 1,4090.

d) n-Hexadekan: $CH_3(CH_2)_{14}CH_3$ wurde aus käuflichem Zetyljodid (Kahlbaum) dargestellt. Bisher wurde es mit Zink und Salzsäure reduziert; wir verwendeten Magnesiumspäne, die mit Palladium aktiviert waren. In einem Rundkolben wurden 24 g Magnesiumspäne mit 100 ccm einer 0,25 proz. Palladiumchlorürlösung übergossen; das Magnesium bedeckte sich sofort mit einer dünnen Schicht von Palladium. Nach dem Abgießen der Flüssigkeit wurde mit Alkohol gewaschen und danach soviel Alkohol dazugegeben, bis die Magnesiumspäne völlig bedeckt waren. Jetzt wurden 40 g Zetyljodid zugegeben und tropfenweise mit Alkohol, der bei 0° mit Salzsäure gesättigt war, versetzt. Der mit einem Rückflußkühler versehene Kolben wurde auf einem Kummschen[3]) Dampftrichter erwärmt. Sowie die Wasserstoffentwicklung nachließ, wurde allmählich weitere konzentrierte Salzsäure, jeweils 2 ccm, zugegeben. Zur Beschleunigung der Reaktion wurde der Kolben mit dem Dampftrichter auf einer Steinkopf-Winternitzschen[4]) Schüttelmaschine geschüttelt. Nach 4 Tagen wurde der Alkohol abdestilliert und der Rückstand mit Äther ausgezogen. Nach dem Trocknen des Äthers über Chlorkalzium wurde derselbe abdestilliert und der Rückstand einer fraktionierten Vakuumdestillation unterworfen. Die Fraktion 100—211° (15 mm) wurde aufgefangen, nach 3maliger fraktionierter Vakuumdestillation resultierte daraus ein wasserhelles Destillat vom Siedepunkt 155—158° (15 mm). Zum Austreiben noch etwa vorhandener Mengen von Jodid wurde zunächst

---

[1]) Ann. 161. 1872. S. 277.

[2]) Ber. d. Deutsch. chem. Ges. Bd. 52. 1919. S. 1573.

[3]) A. Kumm, Chem. Zeitg. 1910. S. 801.

[4]) Chem. Zeitg. 1913. S. 40.

5 Stunden über Natrium erwärmt und dann im Vakuum über Natrium destilliert. Bei 157° (15 mm) ging ein wasserklares Destillat über, dessen spezifisches Gewicht bestimmt wurde $D^{15} = 0,779$. Das von Krafft[1]) durch Reduktion von Palmitinsäure dargestellte n-Hexadekan hat einen Siedepunkt von 157° (15 mm) und ein spezifisches Gewicht $D^{18} = 0,775$.

e) Triakontan: $C_{30}H_{62}$[2])

wurde nach Petersen[3]) elektrolytisch aus Palmitinsäure dargestellt. Als Ausgangsmaterial diente ein Mercksches Präparat Acidum palmitinicum purum; 15 g desselben wurden mit etwa 4 g Pottasche in 75 ccm Wasser neutralisiert; nach Zusatz von 50 ccm Alkohol und Erwärmen auf 80° C trat eine klare Lösung ein. In einem Becherglas wurde mittels gleichgroßer Elektroden ein Strom von 0,6 Amp. durch die Lösung geschickt. Wegen der Stromwärme blieb die Temperatur während des Versuches auf etwa 55° C. Im ganzen wurden 30 g Palmitinsäure elektrolysiert, die in Portionen von 5 g zugegeben wurden. (Die Elektrolyse wurde zunächst 6 Stunden bei 0,6 Amp., dann 12 Stunden bei 0,5 Amp. durchgeführt; die durchgegangene Strommenge betrug also 9,6 Amp.-Stunden.) Beim Elektrolysieren schäumte die Flüssigkeit anfänglich ziemlich stark; im Verlauf der Reaktion wurde ein Öl abgeschieden, das nach dem Abkühlen zu einem festen Kuchen erstarrte und sich als solcher bequem von der Flüssigkeit trennen ließ. Zur Reinigung von etwa gebildetem Ester wurde der Kuchen mit alkoholischem Kaliumhydroxyd auf dem Wasserbad gekocht und dann mehrmals mit reinem Wasser ausgewaschen, bis die Lösung völlig klar blieb. Das vom Ester befreite Rohprodukt wurde zur weiteren Reinigung einer Vakuumdestillation unterworfen. Bis 130° (15 mm) ging ein Vorlauf über, danach stieg der Siedepunkt rasch bis 300° (15 mm), wobei die Hauptmenge als klares Destillat überging.

Nach 2maligem Lösen in kochendem Eisessig und darauf folgendem Auswaschen mit Wasser, bis im Destillat keine Essigsäure mehr nachweisbar war, lag der Kohlenwasserstoff in Gestalt kleiner, weißer, glänzender Schuppen vor. Der Schmelzpunkt wurde zu 66° bestimmt; Petersen fand einen Schmelzpunkt von 66,1°.

Die Elementaranalyse ergab:

20,350 mg Substanz liefern 63,810 mg CO_2 und 26,850 mg H_2O.
Gef. 85.64% C 14,72% H
Für $C_{30}H_{62}$ Ber. 85,21% C 14,79% H.

f) Tetratriakontan: $C_{34}H_{70}$

wurde, analog dem Triakontan, durch Elektrolyse einer alkoholischen Lösung von stearinsaurem Kalium, dargestellt aus Acidum stearinicum puriss. (Merck), nach den Angaben von Petersen[1]) gewonnen. Es schied sich wiederum ein Öl ab, das nach dem Abkühlen zu einem festen Kuchen erstarrte. Nach dem Entfernen etwa entstandener Ester mittels alkoholischer Kalilauge und nachfolgendem Auswaschen mit Wasser wurde das erhaltene Rohprodukt zur Reinigung im Vakuum destilliert. Zunächst ging ein Vorlauf bis 200° (15 mm) über, danach stieg der Siedepunkt sehr rasch auf 220° (15 mm). Die Fraktion 300—330° (15 mm) war ein wasserhelles Destillat, das zu einer festen, weißen Masse erstarrte.

---

[1]) Ber. d. Deutsch. chem. Ges. Bd. 15. 1882. S. 1701.

[2]) Festes Paraffin wird auch zu medizinischen Zwecken verschiedenartig verwendet. Die bisher dazu benützten Handelsprodukte sind teils aus Erdöl, teils aus Braunkohle gewonnen; sie enthalten mehr oder weniger Kohlenwasserstoffe von anderen Kohlenwasserstoffreihen. Die Unsicherheit, die bei ihrer Verwendung hinsichtlich der Unschädlichkeit noch herrscht, läßt sich vielleicht durch Verwendung synthetisch gewonnener reiner Kohlenwasserstoffe klären. Die synthetische Darstellung der höheren Paraffinkohlenwasserstoffe kann mittels der Kolbeschen Methode, welche von Petersen für die höheren Kohlenwasserstoffe erfolgreich benutzt wurde, bequem durchgeführt werden.

[3]) Zeitschr. f. Elektrochem. Bd. 2. 1906. S. 144.

Dieselbe wurde in kochendem Eisessig gelöst; beim Abkühlen schied sich der Kohlenwasserstoff in Gestalt kleiner weißer Schuppen ab. Nach nochmaligem Lösen in Eisessig wurde der Kohlenwasserstoff von der stark anhaftenden Essigsäure durch gründliches Auswaschen mit Wasser befreit.

Der Schmelzpunkt wurde zu 72,5° bestimmt, Petersen fand einen Schmelzpunkt von 72,9°.

Die Elementaranalyse ergab:

20,610 mg Substanz liefern 64,670 mg CO_2 und 26,800 mg H_2O.
Gef. 85,57% C 14,58% H
Für $C_{34}H_{70}$ Ber. 85,36% C 14,64% H.

β) Qualitative Untersuchung der Einwirkung der isolierten Kohlenwasserstoffbakterien auf die angeführten Paraffinkohlenwasserstoffe.

Es wurde geprüft, ob Bacterium aliphaticum, B. aliphaticum liquefaciens und Paraffin-Bakterium folgende Kohlenwasserstoffe als einzige Kohlenstoffquelle benützen können: n-Hexan, n-Oktan, Dekan (Diisoamyl), n-Hexadekan, Triakontan und Tetratriakontan.

Die dabei angewandte Methode war folgende: in sterile Stöpselflaschen von 400—500 ccm Inhalt, die zu etwa $^1/_3$ gefüllt waren, wurde sterile, anorganische Nährlösung (s. S. 508) mittels einer Platinöse von 2—3 mm Durchmesser mit den verschiedenen Bakterienkulturen geimpft, wobei möglichst frisch übergeimpfte Kulturen zur Verwendung kamen (s. S. 525). Danach wurden die betreffenden Kohlenwasserstoffe zugesetzt. Von den flüssigen wurde so viel zugegeben, daß die Oberfläche der Nährlösung nicht vollständig davon bedeckt war. War die Oberfläche bei diesen Versuchen ganz bedeckt, dann hörte die Bakterienentwicklung rasch auf, sofern nicht, wie bei den späteren Versuchen, geschüttelt wurde. Von den festen Kohlenwasserstoffen wurden einige Körnchen zugegeben, im Trockenschrank bis zum Schmelzen erhitzt und dann bis zum Erkalten tüchtig geschüttelt, so daß eine Emulsion entstand.

Neben jedem Versuch wurden gleichzeitig unter denselben Bedingungen 2 Kontrollversuche angesetzt. Bei dem einen wurde zur Kontrolle der Sterilität der angewandten Glasgefäße und der Nährlösung die mit Kohlenwasserstoff versetzte Nährlösung nicht geimpft. Bei der anderen wurde die anorganische Nährlösung zwar geimpft, aber nicht mit Kohlenwasserstoff versetzt, um nachzuweisen, daß der betreffende Kohlenwasserstoff tatsächlich die einzige Kohlenstoffquelle für die Bakterien ist. Als Kriterium dieser beiden Proben galt das Klarbleiben der Flüssigkeit. Damit war bewiesen, daß die Versuchsanordnung erstens steril in bezug auf Kohlenwasserstoffbakterien war, und zweitens, daß außer dem betreffenden Kohlenwasserstoff für die Bakterien keine andere zufällige Kohlenstoffquelle vorhanden ist.

---

[1]) a. a. O.

Die Versuchstemperatur betrug 28—30° in einem entsprechend temperierten Raum.

Das Ergebnis wurde makroskopisch und mikroskopisch verfolgt. Das Auftreten einer Trübung und die damit gleichzeitig entstehende Opaleszens der Flüssigkeit von wechselnder Stärke, die oft bei Bact. aliph. ins Grün oder Blaugrün spielte, sowie entstehende Bakterienhaut zeigen makroskopisch an, daß die Bakterien sich auf Kosten der Kohlenwasserstoffe vermehren. Mikroskopische Beobachtung der Bakterienhaut sowie der Nährflüssigkeit gestatten in Ergänzung der Platten eine Kontrolle der Reinheit und der Aktivität der Kulturen, besonders bei Bact. aliphat. und Bact. aliphat. liquefac., da deren Beweglichkeit ein charakteristisches Merkmal bildet.

Die folgende Tabelle diene als Beispiel eines solchen Versuches. Es wurden angesetzt:

200 ccm anorganische Nährflüssigkeit mit 5 Tropfen n-Hexan, geimpft mit Bakterium aliphaticum.

1. Tag: Flüssigkeit ist klar.
2. Tag: schwach weißliche Trübung der Flüssigkeit.
3. Tag: deutliche Trübung. Flüssigkeit opalisiert zart grünlich.
5. Tag: sehr gute Trübung. Auf der Flüssigkeitsoberfläche Bakterienhaut. 5 weitere Tropfen n-Hexan zugegeben.
7. Tag: Trübung sowie Färbung der Flüssigkeit unverändert.
9. Tag: etwas Bodensatz, sonst unverändert.
14. Tag: viel Bodensatz, sehr viel Haut. Flüssigkeit ist deutlich grünlich gefärbt.

Bei den einzelnen Kulturen zeigten sich natürlich bezüglich des Auftretens der Trübung sowie der Bakterienhaut Unterschiede bis zu mehreren Tagen. Im allgemeinen aber traten stets nach Verlauf von 2, höchstens 5 Tagen deutliche Trübung und Bakterienhaut auf.

Das Ergebnis dieser qualitativen Versuche war folgendes:

Bacterium aliphaticum greift sämtliche untersuchten aliphatischen Kohlenwasserstoffe an: n-Hexan, n-Oktan, Dekan (Diisoamyl), n-Hexadekan, Triakontan und Tetratriakontan.

Bacterium aliphaticum liquefaciens verhält sich bei diesen Versuchen genau wie Bact. aliphat. Es greift sämtliche untersuchten Paraffinkohlenwasserstoffe an.

Das Paraffin-Bakterium greift von den untersuchten Kohlenstoffen n-Hexan, n-Oktan nicht an. Dagegen werden Dekan (Diisoamyl), n-Hexadekan, Triakontan und Tetratriakontan angegriffen.

γ) Quantitative Untersuchung der Einwirkung der isolierten Kohlenwasserstoffbakterien auf die angeführten Paraffinkohlenwasserstoffe.

Diese Versuche wurden mit Bact. aliphat. und Bact. aliphat. liquefac. ausgeführt. Zur Verwendung kamen Rundkolben von etwa 2 l Größe, deren Hals mit einem Glashahn abgeschlossen war. Die

Kolben wurden zu etwa $^1/_3$ mit steriler anorganischer Nährlösung (S. 508) beschickt, evakuiert und mit Sauerstoff gefüllt. Mittels einer zuvor in strömendem Wasserdampf sterilisierten Kapillarpipette, die durch die Hahnbohrung hindurch bis etwa zur Mitte des Kolbens reichte, wurde mit frischen Kulturen von Bact. aliphat. geimpft. Danach wurde der Kolben im Wasserbad bei geöffnetem Hahn auf 35° erwärmt — das obere Ende des Kolbens war mit einem Wattebausch steril verschlossen — und dann 1 ccm der betreffenden Kohlenwasserstoffe mittels einer sterilen Kapillarpipette, die möglichst tief in den Kolben reichte, eingeführt. Auf diese Weise wurde ein zu großer Überdruck im Kolben vermieden. Der Kolben wurde sodann auf der Schüttelmaschine befestigt und in einem Raum, dessen Temperatur stets 28—30°, ständig geschüttelt. Die Tätigkeit der Bakterien wurde durch Messen des verbrauchten Sauerstoffes verfolgt.

Zu jeder Bestimmung wurde ein Parallelversuch mit Kohlenwasserstoff und Nährflüssigkeit ohne Bakterien angesetzt. Sie zeigten keinen Sauerstoffverbrauch.

Der Sauerstoff war elektrolytisch durch Zersetzen einer 10 proz. Pottaschelösung hergestellt, über auf 300° erhitztes Palladiummohr geleitet und erwies sich bei Analysen als 99,5—99,8 prozentig.

Um nicht ein zu großes Vakuum in dem Kolben zu haben, wurde von Zeit zu Zeit Sauerstoff nachgefüllt. Der Druck im Kolben wurde mit einem gewöhnlichen Quecksilbermanometer gemessen.

Der Versuch wurde als beendet betrachtet, wenn die Sauerstoffabsorption in mehreren Tagen nur einige Kubikzentimeter betrug. Etwas Sauerstoffverbrauch war immer noch zu beobachten, selbst wenn aller Kohlenwasserstoff verbraucht war, wie sich später bei der Destillation zeigte, weil die Bakterien auch nach Verbrauch der Kohlenwasserstoffe auf Kosten der entstandenen organischen Substanz leben können.

Zur Feststellung der Menge von eventuell unangegriffenem Kohlenwasserstoff wurde auf den Kolben eine etwa 2—4 mm weite Kapillare, die durch die Hahnbohrung hindurch bis etwa zur Mitte des Kolbenhalses reichte, mit Schlauch aufgesetzt und im Salzwasserbad destilliert. Bei der Kühlung mußte besonders sorgfältig verfahren werden, um die zum Teil sehr flüchtigen Kohlenwasserstoffe, wie z. B. n-Hexan, möglichst quantitativ zu kondensieren. Dazu wurde ein, nach unseren Angaben angefertigter Apparat benützt (s. nebenstehende Zeichnung). Dieses Kühlsystem bestand aus einem langen Liebigschen Kühler, dem zur Vermeidung von Undichtigkeit 2 Vorlagen direkt angeschmolzen waren. Die 1. Vorlage war kugelförmig, ca. 1 l fassend, und endete in einer, auf 0,01 ccm genau kalibrierten Röhre von 2 ccm Rauminhalt, die unten mit Glashahn versehen war. Dadurch war es ermöglicht, das kondensierte Wasser direkt abzulassen und die Menge des eventuell in dieser Vorlage kondensierten Kohlenwasserstoffes genau abzulesen. Durch einen seitlichen Ansatz an der oberen Kugel war diese Vorlage mit einer 2., mit Spirale versehenen Vorlage verbunden. Dieselbe war unten in eine schmale Röhre von 2 ccm Inhalt ausgezogen, die auf 0,01 ccm genau kalibriert war. Diesem Apparat konnten nach Belieben noch mehr Vorlagen angeschaltet werden. Bei den niedrig siedenden Kohlenwasserstoffen wurde mittels Gummischlauch (Glas auf Glas) eine 3. Vorlage angeschlossen, die ebenfalls mit Spirale und kalibrierter Röhre versehen war. Diese Vorlage wurde mit fester Kohlensäure in alkoholischer Lösung gekühlt, während die 2. Vorlage in einer Kochsalz-Eis-Mischung stand. Zur Kontrolle der Geschwindigkeit der durchgetriebenen Gase war am Ende ein kleiner Tropfenzähler angebracht.

Bei all diesen Versuchen wurde nie im Destillat Kohlenwasserstoff nachgewiesen, ein Beweis, daß die Bakterien quantitativ gearbeitet haben.

Die übergehende Kohlensäure wurde, während etwa 500—700 ccm Flüssigkeit überdestillierten, quantitativ in 3 Geißler'schen Kaliapparaten, die hinter dem Kühlsystem angeschlossen waren, bestimmt. Der letzte Apparat diente nur zur Kontrolle der vollkommenen Kohlensäureabsorption und zeigte nie eine Gewichtszunahme.

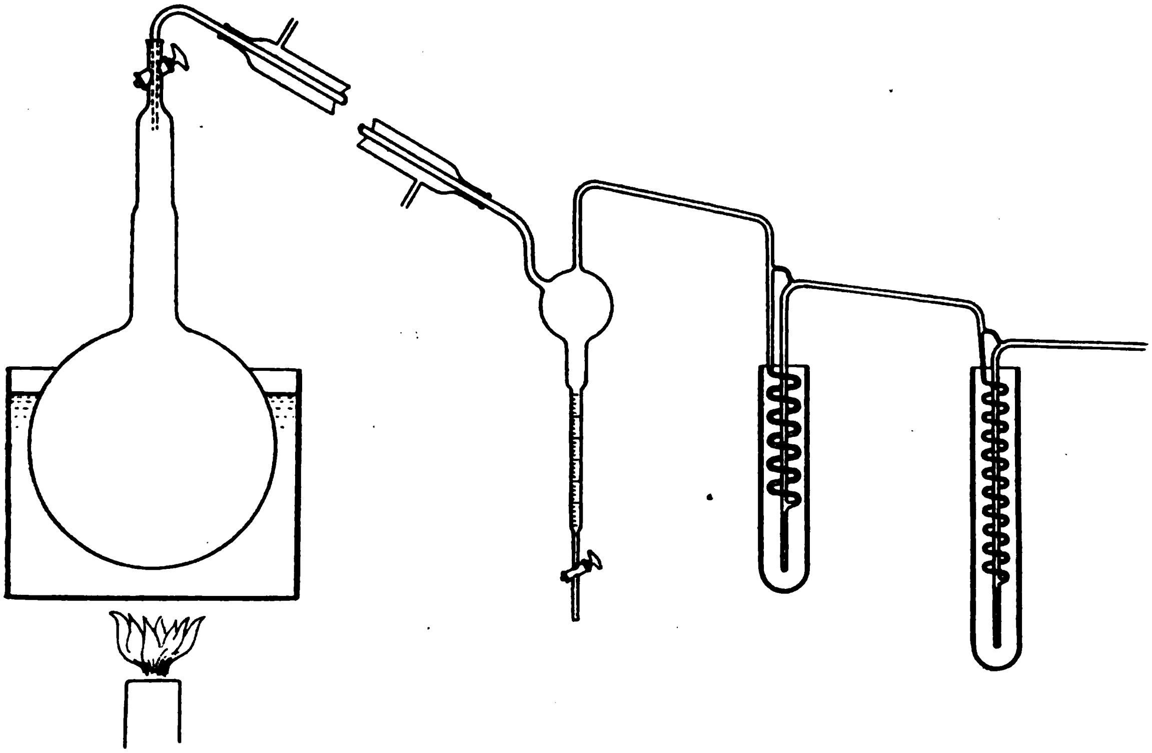


Fig. 1. Apparat zur Rückgewinnung der unangegriffenen Kohlenwasserstoffe.

Für Hexadekan, das durch Destillation nicht überzutreiben gewesen wäre, wurden Kolben mit eingeschliffenem Hals verwendet, die sonst den oben beschriebenen glichen. Nach Unterbrechung der Bakterientätigkeit wurde nicht destilliert, sondern ausgeäthert. In Äther löste sich nichts, er hinterließ keinen wägbaren Rückstand. Auch Hexadekan war quantitativ verbraucht.

Welche Bedeutung dem Schütteln zukommt, zeigen folgende beiden Parallelversuche: 2 Rundkolben von 2—2,5 l Inhalt, mit Glashähnen verschlossen, waren mit einem angeschmolzenen Quecksilbermanometer miteinander verbunden. Der eine Kolben diente zur Aufnahme der Kultur, der andere als Normalkolben, um Schwankungen der Temperatur auszugleichen. Da die beiden Kolben nicht in gleicher Größe zu erhalten waren, wurde in beide jeweils soviel Nährflüssigkeit eingefügt, daß das Luftvolumen in beiden Kolben gleich groß war (jeweils 1 l). Die gutschließenden Hähne wurden sorgsam abgedichtet und hielten ein Vakuum von 20 cm wochenlang unverändert.

]

Diese Apparatur ließen wir in 2 gleichen Exemplaren anfertigen. Die Kolben wurden mit steriler, anorganischer Nährlösung gefüllt; mittels einer sterilen Kapillarpipette wurde je 1 Kolben der beiden Apparate mit 1 ccm einer Kultur von Bact. aliphat. geimpft und sodann 1 ccm n-Hexan zugegeben. Der eine Apparat wurde auf der Schüttelmaschine ständig bewegt, der andere stand in gleicher Höhe daneben. Der Verlauf der Reaktion in beiden Kolben war folgender:

	Apparat A (in Ruhe)		Apparat B (geschüttelt)	
Datum	Sauerstoffdruck in cm Hg	Temp. C	Sauerstoffdruck in cm Hg	Temp. C
1. Tag	+ 5,0	30	+ 5,0	30
3. Tag	+ 2,3	30	— 2,8	30
5. Tag	— 5,0	30	— 30,2	30
	80 ccm O_2 nachgefüllt		475 ccm O_2 nachgefüllt	
6. ,,	— 7,0	35		
	120 ccm O_2 nachgefüllt			
7. ,,	— 21,0	30		
	290 ccm O_2 nachgefüllt			

Während die geschüttelte Kultur in 4 Tagen 475 ccm Sauerstoff verbrauchte, tat dies die ruhende Kultur erst innerhalb von 7 Tagen. Ein 2. Versuch gab ähnliche Resultate. Wir sehen somit, daß das Schütteln wesentlich zur Beschleunigung der Reaktion beiträgt. Bei den niedrig siedenden Kohlenwasserstoffen, wie n-Hexan, ist das Schütteln unbedingt erforderlich, da der größere Teil dieses Kohlenwasserstoffes in Dampfform ist und somit mit den Bakterien nicht in direkte Berührung kommen würde.

2. Olefine.

α) Die untersuchten Kohlenwasserstoffe.

a) n-Hexylen: C_6H_{12}

aus Mannit hergestelltes Hexylen von Kahlbaum zeigte die Konstanten Kp = 67°; $D^0 = 0{,}6997$; $n_D^{20} = 1{,}3958$.

b) n-Kaprylen: C_8H_{16}.

Käufliches Kaprylen von Merck wurde über Natrium destilliert und zeigte danach die Konstanten: Kp = 122—123°; $D^{17} = 0{,}7217$; $n_D^{20} = 1{,}4143$.

c) Hexadezylen: $C_{16}H_{32}$.

Das aus Wallrat durch Destillation unter vermindertem Druck erhaltene Hexadezylen wurde durch Überführung in sein Quecksilbersalz nach der von Tausz angegebenen, noch unveröffentlichten Methode gereinigt. 2,5 g Hexadezylen wurden mit 100 ccm gesättigter methylalkoholischer Lösung von Quecksilberazetat versetzt und auf das Wasserbad gebracht bis zur völligen Lösung des Hexadezylens. Danach wurde alkoholische Kalilauge zugegeben bis zur alkalischen Reaktion. Um das Salz in Bromid überzuführen, wurde mit wässriger Lösung von 0,8 g (0,68 g theoretisch) Kaliumbromid versetzt. Das Quecksilberbromidsalz schied sich als weißer Körper ab. Nach 24stündigem Stehen wurde abfiltriert und in evakuiertem Exsikkator bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Zum Entfernen noch etwa vorhandener Verunreinigung wurde nun auf einem Tonteller abgepreßt und aus verdünntem Alkohol umkristallisiert. Um Hexadezylen in Freiheit zu setzen, wurden zu 5 g des Bromids 5,5 g Chlorkalzium und 10 ccm Eisessig gegeben. Das Gemisch wurde 1 Stunde im Wasserbade erwärmt, wobei sich Hexadezylen als Öl abschied. Dies wurde in Äther aufgenommen und mit Kalilauge gewaschen, um die Essigsäure zu entfernen. Die ätherische Lösung wurde mit wasserfreiem Glaubersalz getrocknet und der Äther auf dem Wasserbad in einer Schale abgedampft.

β) Qualitative Untersuchung der Einwirkung der isolierten Kohlenwasserstoffbakterien auf die vorstehend angeführten Olefine.

Die qualitativen Versuche wurden nach der bei den Paraffinkohlenwasserstoffen beschriebenen Arbeitsweise (s. S. 528) ausgeführt.

Die Kulturen mit Hexylen wurden von keinem der 3 Kohlenwasserstoffbakterien getrübt. Daß Hexylen nicht angegriffen wird, war vorauszusehen, da es an der Luft sehr leicht Sauerstoff aufnimmt und in ein Autooxydationsprodukt übergeht. Diese wirken aber, wie allgemein bekannt, für die Bakterien stark giftig.

Kaprylen wurde von Bact. aliphat. und Bact. aliphat. liquefac. stark angegriffen. Schon nach 2 Tagen war Hautbildung und starke Trübung eingetreten. Der vorher nach Oenanthol riechende Kohlenwasserstoff hatte nun den ganz charakteristischen Geruch nach reinen, ungesättigten Kohlenwasserstoffen angenommen. Es ist wohl denkbar, daß die Bakterien zunächst die dem Kaprylen beigemengten Verunreinigungen zersetzen, wodurch dann der Geruch des reinen Kaprylens zutage tritt. Näher untersucht wurde diese Frage, die genauer quantitativer Versuche bedarf, noch nicht. Immerhin scheint diese Beobachtung nicht uninteressant und der Erwähnung wert zu sein, zumal sie sich bei jedem der öfters angesetzten Versuche zeigte. Höchstwahrscheinlich haben wir in diesen Bakterien ein Hilfsmittel gefunden, in vielen Fällen reinere Kohlenwasserstoffe herzustellen, als dies bis jetzt möglich war.

Hexadezylen wurde von allen 3 Bakterien getrübt.

Das Ergebnis dieser qualitativen Versuche war also folgendes: von den untersuchten Olefinen wurde Hexylen von keinem der angewandten Bakterien angegriffen. Kaprylen wurde von Bact. aliphat. und Bact. aliphat. liquefac. angegriffen. Hexadezylen wurde von allen 3 Bakterienarten zersetzt.

γ) Quantitative Untersuchung der Einwirkung der isolierten Kohlenwasserstoffbakterien auf die angeführten Olefine.

Zu diesen quantitativen Versuchen wurde Kaprylen und Hexadezylen benützt. Die Versuche wurden in derselben Weise, wie bei den Paraffinkohlenwasserstoffen (s. S. 529) beschrieben ist, ausgeführt. Bei Kaprylen wurde zur Wiedergewinnung von eventuell nicht angegriffenem Kohlenwasserstoff destilliert; bei Hexadezylen wurde ausgeäthert. In keinem Fall konnte eine nachweisbare Menge von Kohlenwasserstoffen gefunden werden.

Kaprylen und Hexadezylen werden also von Bacterium aliphaticum quantitativ zersetzt.

3. Naphthene.

α) Die untersuchten Kohlenwasserstoffe.

a) Zyklohexan: C_6H_{12}.

Dieser Kohlenwasserstoff stammte von Poulenc-Frères (Paris); nach der Rektifikation über Kalium—Natrium waren die Konstanten: Kp = 80°; $D_4^{20} = 0{,}778$; $n_D^{20} = 1{,}4265$. Das Handelspräparat enthielt stets stickstoffhaltige Verunreinigungen.

b) Methylzyklohexan: $C_6H_{11}CH_3$.

Das Präparat von Poulenc-Frères wurde über Kalium—Natrium getrocknet und rektifiziert. Kp = 100—101°; $D_4^{20} = 0{,}775$; $n_D^{20} = 1{,}4200$.

c) m-Dimethylzyklohexan: m-$C_6H_{10}(CH_3)_2$.

Das von Poulenc-Frères bezogene Präparat war frei von aromatischen Bestandteilen und hatte nach der Rektifikation über Natrium folgende Konstanten: Kp = 118—120°; $D_4^{20} = 0{,}771$; $n_D^{20} = 1{,}4258$.

d) 1, 3, 4-Trimethylzyklohexan: $C_6H_9(CH_3)_3$.

Nach der Rektifikation über Natrium zeigte dieser von Poulenc-Frères bezogene Kohlenwasserstoff die Konstanten: Kp = 137—139°; $D_4^{20} = 0{,}785$; $n_D^{20} = 1{,}4325$.

e) Trizyklodekan: $C_{10}H_{20}$.

Dieser Kohlenwasserstoff wurde durch Hydrieren von Dizyklopentadien dargestellt, und zwar abweichend von der üblichen Weise nach der Methode von A. Skita[1]), unter Anwendung von Palladiumchlorür und Gummi arabicum (als Schutzkolloid). 10 g Dizyklopentadien wurden mit 250 ccm Alkohol versetzt und mit einer Auflösung von 0,25 g Palladiumchlorür und 0,25 g Gummi arabicum in 150 ccm Wasser zu einer homogenen Mischung vereinigt. Das Ganze wurde in einen Literkolben gegeben, der mit eingeschliffenem Glashahn und, zu einem Wasserstoffgasometer führenden Zuleitungshahn versehen war. Der Kolben wurde evakuiert, mit Wasserstoffgas gefüllt und dann auf die Schüttelmaschine gebracht. Im Anfang ging die Wasserstoffabsorption sehr rasch vor sich; später mußte durch Erwärmen des Kolbens in heißem Wasser die Reaktion beschleunigt werden. Nachdem die erforderliche Menge Wasserstoffgas verbraucht war, wurde von dem schon ausgeschiedenen Palladium abfiltriert. Das Filtrat wurde mit 5 g Quecksilberazetat versetzt und 2 Stunden am Rückflußkühler gekocht, um die letzten Spuren von Dizyklopentadien abzuscheiden[2]). Danach wurde das Trizyklodekan mit Wasserdampf überdestilliert und in Äther aufgenommen. Die ätherische Lösung wurde mit Chlorkalzium getrocknet und der Äther abdestilliert. Der erhaltene Kohlenwasserstoff war identisch mit dem von Eiykman[3]) aus Dizyklopentadien durch Reduktion nach Sabatier und Senderens dargestellten. F = 77°; Kp = 193°.

---

[1]) Skita, A., Über katalytische Reduktion organischer Verbindungen. Stuttgart 1912.

[2]) J. Tausz, Engler-Höfers Hdb. Das Erdöl. Bd. 1. 1913. S. 801.

[3]) Chem. Zentralbl. 1903. II. S. 989.

β) Qualitative Untersuchung der Einwirkung der isolierten Kohlenwasserstoffbakterien auf die angeführten Naphthene.

Naphthene werden, wie schon die Isolierungsversuche (s. S. 515) zeigten, bedeutend schwerer von Bakterien angegriffen als die aliphatischen Kohlenwasserstoffe.

Bacterium aliphaticum und Paraffin-Bakterium greifen die untersuchten Naphthene nicht an. Keine der öfters angesetzten Kulturen trübte sich. Bacterium aliphaticum liquefaciens ruft dagegen in den Kulturen mit Zyklohexanen Trübung hervor. Zyklohexan und Methylzyklohexan wurden schwach angegriffen; die Kulturen zeigten nach 8 Tagen eine ganz schwache Trübung. m-Dimethyl und 1-, 3-, 4-Trimethylzyklohexan trübten sich schon nach 2 Tagen ganz deutlich.

Die Frage, ob die Bakterien wirklich die Naphthenkohlenwasserstoffe angreifen, oder aber nur etwa vorhandene Verunreinigungen, deren Natur mit den seitherigen chemischen und physikalischen Untersuchungsmethoden nicht mehr zu ermitteln sind, wurde durch quantitative Versuche entschieden.

Trizyklodekan wurde auch von diesen Bakterien nicht angegriffen.

Die Methoden bei diesen qualitativen Versuchen waren dieselben, wie sie S. 528 bei den Paraffinkohlenwasserstoffen beschrieben worden sind. Zu jeder Versuchsreihe wurden wiederum 2 Kontrollversuche ausgeführt. Dieselben blieben stets klar.

γ) Quantitative Untersuchung der Einwirkung der isolierten Kohlenwasserstoffbakterien auf die angeführten Naphthene.

1-, 3-Dimethylzyklohexan und 1-, 3-, 4-Trimethylzyklohexan wurden der Behandlung mit Bacterium aliphaticum liquefaciens ausgesetzt. Das dabei angewandte Verfahren war dasselbe, wie es bei den Paraffinkohlenwasserstoffen benutzt wurde und dort näher beschrieben ist (s. S. 529).

Von 1 ccm angewandtem 1-, 3-Dimethylzyklohexan wurden 0,7 ccm zurückgewonnen. Um mehr Material zur Bestimmung der Konstanten des wiedergewonnenen Kohlenwasserstoffes zu haben, wurde dieser Versuch in 5 Kolben gleichzeitig angesetzt und auf diese Weise 4 ccm Kohlenwasserstoff wiedergewonnen, dessen Konstanten nun eindeutig bestimmt werden konnten. Sie zeigten durchweg andere Werte, als die des verwendeten 1-, 3-Dimethylzyklohexans. Wir fanden für den über Natrium destillierten Kohlenwasserstoff folgende Konstanten: Kp = 122—124°; $D_4^{20} = 0{,}779$ und $D_4^0 = 0{,}800$; $n_D^{20} = 1{,}4325$.

Das verwendete Dimethylzyklohexan hatte Kp = 118—120°; $D_4^{20} = 0{,}771$; $n_D^{20} = 1{,}4258$.

Der wiedergewonnene Kohlenwasserstoff wurde der Formolitreaktion unterworfen; dieselbe fiel negativ aus. Es sind also keine Benzolkohlenwasserstoffe vorhanden.

Von 1-, 3-, 4-Trimethylzyklohexan wurden bei der Destillation von 0,5 ccm angewandten Kohlenwasserstoffes 0,3 ccm Kohlenwasserstoff zurückerhalten. Die entstandene Kohlensäuremenge betrug 94,4 mg. Derselbe Versuch wurde in mehreren Kolben gleichzeitig angesetzt, um genügend Kohlenwasserstoff zur Untersuchung zu erhalten.

Digitized by Google · Original from UNIVERSITY OF IOWA

Die Konstanten zeigten wiederum höhere Werte als die des ursprünglichen Trimethylzyklohexan. Kp = 139—140°. $D_4^{20} = 0{,}789$; $n_D^{20} = 1{,}4330$.

Das verwendete 1-, 3-, 4-Trimethylzyklohexan hatte die Konstanten: Kp = 137—139°; $D_4^{20} = 0{,}785$; $n_D^{20} = 1{,}4325$.

Die Prüfung des zurückgewonnenen Kohlenwasserstoffes auf Benzolkohlenwasserstoffe mit der Formolitreaktion gab ein negatives Resultat.

Da bei diesen Versuchen die Konstanten für die angewandten Naphthene nach der Behandlung mit Bacterium aliphaticum liquefaciens stets höhere Werte zeigten als die des ursprünglichen Kohlenwasserstoffes, kann man vermuten, daß die beigemengten Verunreinigungen Paraffine sind. Dadurch wäre also ein Weg gezeigt, um auch Spuren beigemengter aliphatischer Kohlenwasserstoffe aus den Naphthenen zu entfernen, was mit chemischen Mitteln bis jetzt nicht möglich war.

In der Tat wurden die mit Bakterien gereinigten Naphthene, 1-, 3-Dimethylzyklohexan und 1-, 3-, 4-Trimethylzyklohexan nun nicht mehr von Bacterium aliphaticum liquefaciens angegriffen. Die Kulturen blieben, trotz wiederholten Impfens, stets klar.

Damit ist aber gleichzeitig die Verwendbarkeit von Bact. aliphat. liquefac. zur Erdölanalyse gegeben. Durch Behandlung mit diesen Bakterien lassen sich auch noch die letzten Spuren von Paraffinkohlenwasserstoffen neben Naphthenen entfernen. Tatsächlich zeigten die später beschriebenen Versuche zur Abscheidung von Naphthenen aus Mischungen mit Paraffinkohlenwasserstoffen, daß die mit Bact. aliphat. liquefac. ausgeführten Versuche stets reine Naphthene ergaben.

4. Benzolkohlenwasserstoffe.

α) Die untersuchten Kohlenwasserstoffe.

a) Benzol: C_6H_6.

Benzol kryst. puriss. von Merck, Darmstadt, zeigte die Konstanten: Kp = 80°; $D_4^{20} = 0{,}878$; $n_D^{20} = 1{,}5005$.

b) Toluol: $C_6H_5CH_3$.

Ein Mercksches Präparat wurde verwendet, dessen Konstanten die folgenden waren: Kp = 110°; $D_4^{20} = 0{,}865$; $n_D^{20} = 1{,}5034$.

c) m-Xylol: $C_6H_4(CH_3)_2$.

Auch dieser Kohlenwasserstoff war von Merck bezogen und hatte die Konstanten: Kp = 139°; $D_4^0 = 0{,}881$; $n_D = 1{,}5032$.

d) p-Xylol: $C_6H_4(CH_3)_2$.

Verwendet wurde ein Mercksches Präparat mit folgenden Konstanten: Kp = 138°; $D_4^0 = 0{,}880$; $n_D = 1{,}4993$.

β) Qualitative Untersuchung der Einwirkung der isolierten Kohlenwasserstoffbakterien auf die angeführten Benzole.

Die qualitativen Versuche wurden nach der bei den Paraffinkohlenwasserstoffen beschriebenen Arbeitsweise (S. 528) ausgeführt. Die Kulturen wurden mit den oben angeführten Benzolkohlenwasserstoffen versetzt und mit den verschiedenen Bakterienarten, Bact. aliphat., Bact. aliphat. liquefac. und Paraffinbakterien, geimpft. Die Kulturen trübten sich jedoch, selbst im Verlauf mehrerer Wochen, nicht. Die Versuche wurden öfters wiederholt mit wechselnden Mengen der Kohlenwasserstoffe; in keinem Fall trat jedoch eine Trübung ein.

Daraus ergibt sich, daß die angegebenen Benzolkohlenwasserstoffe von Bacterium aliphaticum, Bacterium aliphaticum liquefaciens und Paraffin-Bakterium nicht angegriffen werden.

II. Über die Isolierung von Naphthenen aus künstlichen Mischungen mit Paraffinkohlenwasserstoffen mittels Bacterium aliphaticum und Bacterium aliphaticum liquefaciens.

1. Qualitative Vorversuche.

Sterile Erlenmeyerkolben von 300 ccm Inhalt wurden mit 100 ccm steriler anorganischer Nährlösung und einigen Tropfen einer künstlichen Mischung von Hexan mit Zyklohexan (1:1) versetzt. Die gleichen Versuchsreihen wurden mit einer Mischung von n-Hexan mit Methylzyklohexan (1:1) und von n-Hexan mit 1-, 3-Dimethylzyklohexan angesetzt. In allen Kulturen trat die Trübung erst nach 3 Tagen ein; nach 5 Tagen waren alle Kulturen gut getrübt. Im Verlauf von weiteren 10 Tagen konnte ein sehr gutes Bakterienwachstum beobachtet werden. Zu jeder Versuchsreihe wurden wieder 2 Parallelversuche angesetzt, der eine ohne Kohlenwasserstoff, der andere ohne Bakterien. Sie blieben stets klar.

Nachdem sich schon aus den früheren Versuchen (S. 535) gezeigt hatte, daß Bact. aliphat. bei Zugabe von Naphthenen als alleiniger Kohlenstoffquelle nicht leben können, geht nun aus den soeben beschriebenen Versuchen das weitere wichtige Ergebnis hervor, daß Naphthene keine wachstumstötende Wirkung auf dieselben ausüben.

Bacterium aliphaticum kann auch bei Anwesenheit von Naphthenen auf Kosten der zugesetzten Paraffinkohlenwasserstoffe seine Lebenstätigkeit ausüben.

Auf Grund dieser Resultate wurden die folgenden quantitativen Versuche ausgeführt zur Beseitigung von Paraffinkohlenwasserstoffen aus künstlichen Mischungen mit Naphthenkohlenwasserstoffen.

2. Quantitative Versuche zur Abscheidung von Paraffinen neben Naphthenkohlenwasserstoffen.

Methode: Im Prinzip ist die Arbeitsweise bei den folgenden Versuchen die gleiche wie bei den S. 529 beschriebenen. Da die Menge der angewandten Kohlenwasserstoffe und somit der Nährlösung größer war, wurden Kolben von 5—6 l Inhalt verwendet, die am Hals ein seitliches Ansatzrohr trugen, durch das die Flüssigkeit abdestilliert werden konnte. Man ersparte sich so die Unannehmlichkeiten, die das Arbeiten mit der durch den Hahn geführten Glaskapillare mit sich bringt. Während der Dauer der Einwirkung der Bakterien auf die Kohlenwasserstoffe war dieses Ansatzstück zugeschmolzen.

Bei den ersten Versuchen wurde im Kolben zunächst eine kräftige Bakterienkultur erzeugt. Die Nährflüssigkeit wurde in der S. 530 beschriebenen Weise mit Bacterium aliphaticum oder B. aliphaticum liquefaciens geimpft und dann ein paar Tropfen n-Hexan zugesetzt. Nach 2—3 Tagen, wenn die Flüssigkeit deutlich trüb war — stets trat auch eine Verfärbung der Flüssigkeit ins Grünliche oder Gelbliche auf —, wurde das unverbrauchte n-Hexan nach Möglichkeit durch wiederholtes Evakuieren abgesaugt und darauf erst die zu untersuchenden Kohlenwasserstoffmischungen eingetragen. Dieses Verfahren scheint uns empfehlenswert zu sein; wenigstens kam es bei diesen Versuchen nie vor, daß die Vermehrung der Bakterien ausblieb. Wurde aber nicht zunächst eine kräftige Bakterienkultur mit n-Hexan erzeugt, so blieb die Vermehrung der Bakterien nach einmaligem Impfen zuweilen aus, so daß wiederholtes Impfen erforderlich war. Damit ist immerhin ein Zeitverlust verbunden. Die besten Resultate erreicht man, wenn man mit Bakterienhaut impft.

Der Verlauf des Versuches wurde wiederum durch Messen des Sauerstoffdruckes verfolgt. Folgende Versuchsprotokolle mögen beispielsweise solche Beobachtungen veranschaulichen:

Hexan-Zyklohexan
Kolbeninhalt: 5,18 l.
Menge der Nährflüssigkeit: 2 l.
Menge der Kohlenwasserstoffmischung: 4 ccm (1 : 1).

Dekan, 1-,3-,4-Trimethylzyklohexan
Kolbeninhalt: 6,26 l.
Menge der Nährflüssigkeit: 2,5 l.
Menge der Kohlenwasserstoffmischung: 4 ccm (1 : 1).

Datum	Sauerstoffdruck in cm Hg	Menge des nachgefüllten O_2	Temperatur in C	Datum	Sauerstoffdruck in cm Hg	Menge des nachgefüllten O_2
1. Tag	+ 4,5		27	1. Tag	+ 5,0	
3. ,,	0,0		27	3. ,,	+ 2,0	
6. ,,	— 1,5		29	6. ,,	+ 1,2	
9. ,,	— 14,7		28	10. ,,	0,0	
12. ,,	— 20,7	898 ccm	27	13. ,,	— 10,4	650 ccm
13. ,,	0,0		28	14. ,,	0,0	
17. ,,	— 5,4		28	17. ,,	— 6,2	
20. ,,	— 10,8		28	20. ,,	— 19,0	
21. ,,	— 11,8	460 ccm	28	21. ,,	— 20,5	930 ccm
27. ,,	— 6,0		28	27. ,,	— 6,3	
30. ,,	— 10,0		28	30. ,,	— 11,3	
34. ,,	— 11,0		28	34. ,,	— 12,3	
35. ,,	— 11,2		28	35. ,,	— 12,5	

Der Versuch wurde abgebrochen, wenn in mehreren Tagen nur wenige ccm Sauerstoff verbraucht wurden, wie in obiger Tabelle ersichtlich ist. Der Verbrauch des Sauerstoffs war keineswegs immer regelmäßig. Es wurden zuweilen in 2 Tagen mehr davon verbraucht als sonst in 5 Tagen. Bei ein und demselben Versuch erfolgte die Sauerstoffabsorption zuweilen langsamer und dann wieder rascher, ohne daß die Ursache dieser Schwankungen erkennbar gewesen wäre. Jedenfalls ließ sich ein Zusammenhang mit Temperatur oder Druckänderungen nicht feststellen. Die großen Unterdrucke spielen gegenüber den geringen Temperaturschwankungen keine Rolle.

Es wurde auch festgestellt, ob die Sauerstoffabsorption wesentlich anders verläuft, wenn die im Kolben entstehende Kohlensäure fortwährend beseitigt wird. Zu diesem Zwecke trugen verschiedene Kolben einen seitlichen Ansatz voll Glaswolle, die mit Kalilauge (1:1) getränkt war. Es erwies sich aber, daß diese Vorrichtung keinerlei Vorteile bot.

Zur Untersuchung kamen folgende Mischungen, die in nachstehenden Tabellen zusammengestellt sind:

I. n-Hexan und Zyklohexan.

a) Trennung mit Bacterium aliphaticum.

1. Versuch:

	Menge ccm	Kp	D_4^{20}	n_D^{20}
Angewandtes n-Hexan . . .	2	71°	0,6597	1,3784
,, Zyklohexan . .	2	80°	0,7788	1,4265
Zurückgewonnener Kohlenwasserstoff	0,95	80°	0,7791	1,4266

Elementaranalyse des zurückgewonnenen Kohlenwasserstoffes:
26,890 mg Substanz liefern 84,730 mg CO_2 und 34,735 mg H_2O.
Gef. 85,93% C 14,45% H
Für C_6H_{12} Ber. 85,62% C 14,38% H

2. Versuch:

	Menge ccm	Kp	D_4^{20}	n_D^{20}
Angewandtes n-Hexan . . .	2	71°	0,6597	1,3784
,, Zyklohexan . .	2	80°	0,780	1,4265
Zurückgewonnener Kohlenwasserstoff	0,85	79—80°	0,7789	1,4258

3. Versuch:

	Menge ccm	Kp	D_4^{20}	n_D^{20}
Angewandtes n-Hexan . . .	2	71°	0,6597	1,3784
,, Zyklohexan . .	2	80°	0,7800	1,4265
Zurückgewonnener Kohlenwasserstoff	0,92	80°	0,7790	1,4267

Der wiedergewonnene Kohlenwasserstoff war also nach seinen physikalischen Konstanten und nach der Elementarzusammensetzung zweifellos Zyklohexan, verunreinigt durch Spuren von Hexan.

b) Trennung mit Bacterium aliphaticum liquefaciens.

4. Versuch:

	Menge ccm	Kp	D_4^{20}	n_D^{20}
Angewandtes n-Hexan . . .	2	71°	0,6597	1,3784
,, Zyklohexan . .	2	80°	0,780	1,4265
Zurückgewonnener Kohlenwasserstoff	1,0	80—81°	0,780	1,4268

5. Versuch:

	Menge ccm	Kp	D_4^{20}	n_D^{20}
Angewandtes n-Hexan . . .	2	71°	0,6597	1,3784
,, Zyklohexan . .	2	80°	0,780	1,4265
Zurückgewonnener Kohlenwasserstoff	0,96	80°	0,780	1,4270

Der wiedergewonnene Kohlenwasserstoff zeigt für spezifisches Gewicht und Brechungsexponent etwas höhere Werte als bei der vorherigen Behandlung mit Bacterium aliphaticum, ein Zeichen, daß auch die letzten Spuren des beigemengten n-Hexan entfernt sind.

Der zurückgewonnene Kohlenwasserstoff war also nach seinen physikalischen Konstanten und nach der Elementarzusammensetzung zweifellos reines Zyklohexan.

Außerdem wurde der Kohlenwasserstoff qualitativ auf seine Angreifbarkeit mit Bacterium aliphaticum und Bacterium aliphaticum liquefaciens geprüft. Die Kulturen blieben völlig klar. Dies beweist, daß tatsächlich keine Paraffinkohlenwasserstoffe in dem zurückgewonnenen Kohlenwasserstoff mehr vorhanden sind.

II. n-Hexan und Methylzyklohexan.

a) Trennung mit Bacterium aliphaticum.

1. Versuch:

	Menge ccm	Kp	D_4^{20}	n_D^{20}
Angewandtes n-Hexan . . .	2	71°	0,6597	1,3784
„ Methylzyklohexan	2	100°	0,776	1,4230
Zurückgewonnener Kohlenwasserstoff	1,3	100°	0,770	1,4220

b) Trennung mit Bacterium aliphaticum liquefaciens.

2. Versuch:

	Menge ccm	Kp	D_4^{20}	n_D^{20}
Angewandtes n-Hexan . . .	2	71°	0,6597	1,3784
„ Methylzyklohexan	2	100°	0,776	1,4230
Zurückgewonnener Kohlenwasserstoff	1,35	100°	0,774	1,4230

Elementaranalyse des zurückgewonnenen Kohlenwasserstoffes.
24,282 mg Substanz liefern 76,459 mg CO_2 und 31,820 mg H_2O.
Gef. 85,90% C 14,66% H
Für C_7H_{14} Ber. 85,62% C 14,38% H

Der wiedergewonnene Kohlenwasserstoff wurde mittels der Formolitprobe auf Benzole und mittels Brom auf Olefine geprüft. Beide Untersuchungen fielen negativ aus.

Außerdem wurden qualitative Prüfungen mit Bacterium aliphaticum und B. aliphaticum liquefaciens ausgeführt. Die Kulturen blieben, trotz öfteren Impfens, klar, ein Beweis, daß kein n-Hexan in dem zurückgewonnenen Kohlenwasserstoff mehr enthalten ist.

Aus diesen Ergebnissen, sowie aus den physikalischen Konstanten und der Elementarzusammensetzung geht hervor, daß der zurückgewonnene Kohlenwasserstoff fast reines Methylzyklohexan ist.

III. n-Oktan und 1-, 3-Dimethylzyklohexan.

a) Trennung mit Bacterium aliphaticum.

1. Versuch:

	Menge ccm	Kp	D_4^{20}	n_D^{20}
Angewandtes n-Oktan	2	124—125°	0,706	1,3984
„ 1-, 3-Dimethylzyklohexan	2	118—121°	0,771	1,4258
Zurückgewonnener Kohlenwasserstoff	1,5	118—120°	0,770	1,4254

b) Trennung mit Bacterium aliphaticum liquefaciens.

2. Versuch:

	Menge ccm	Kp	D_4^{20}	n_D^{20}
Angewandtes n-Oktan	2	124—125°	0,706	1,3984
„ 1-, 3-Dimethylzyklohexan	2	118—121°	0,771	1,4258
Zurückgewonnener Kohlenwasserstoff	1,45	118—120°	0,772	1,4256

Die Formolitprobe sowie die Prüfung mit Brom bei dem zurückgewonnenen Kohlenwasserstoff fielen negativ aus.

Ebenso ergaben die qualitativen Prüfungen mit Bacterium aliphaticum und B. aliphaticum liquefaciens ein negatives Resultat. Die Kulturen blieben klar, d. h. also der zurückgewonnene Kohlenwasserstoff enthält kein n-Oktan.

Aus diesen Ergebnissen, sowie aus den physikalischen Konstanten geht hervor, daß der zurückgewonnene Kohlenwasserstoff 1-, 3-Dimethylzyklohexan ist.

IV. Dekan (Diisoamyl) und 1-, 3-Dimethylzyklohexan.

Trennung mit Bacterium aliphaticum.

	Menge ccm	Kp	D_4^{20}	n_D^{20}
Angewandtes Diisoamyl	2	159°	0,723	1,4070
„ 1,3-Dimethylzyklohexan	2	118—121°	0,771	1,4258
Zurückgewonnener Kohlenwasserstoff	1,25	118°	0,771	1,4252

Elementaranalyse des zurückgewonnenen Kohlenwasserstoffes:
19,225 mg Substanz lieferten 60,240 mg CO_2 und 24,530 mg H_2O
Gef. 85,45% C 14,27% H
Für C_8H_{16} Ber. 85,62% C 14,38% H

Außerdem wurde derselbe noch qualitativ mit Bacterium aliphaticum und B. aliphaticum liquefaciens in der üblichen Weise geprüft. Die Kulturen blieben klar, ein Beweis, daß in dem wiedergewonnenen Kohlenwasserstoff kein Dekan (Diisoamyl) mehr vorhanden ist.

Aus diesen Ergebnissen, sowie aus den oben angeführten physikalischen Konstanten und der Elementaranalyse geht hervor, daß der zurückgewonnene Kohlenwasserstoff 1-, 3-Dimethylzyklohexan ist.

V. Dekan (Diisoamyl) und 1-, 3-, 4-Trimethylzyklohexan.

a) Trennung mit Bacterium aliphaticum.

1. Versuch:

	Menge ccm	Kp	D_4^{20}	n_D^{20}
Angewandtes Diisoamyl . . .	2	159°	0,723	1,4070
„ 1-, 3-, 4-Trimethylzyklohexan.	2	139—141°	0,785	1,4325
Zurückgewonnener-Kohlenwasserstoff	1,9	139—141°	0,784	1,4285

b) Trennung mit Bacterium aliphaticum liquefaciens.

2. Versuch:

	Menge ccm	Kp	D_4^{20}	n_D^{20}
Angewandtes Diisoamyl . . .	2	159°	0,723	1,4070
„ 1-, 3-, 4-Trimethylzyklohexan.	2	139—141°	0,785	1,4325
Zurückgewonnener Kohlenwasserstoff	1,85	139—141°	0,785	1,4320

Elementaranalyse des wiedergewonnenen Kohlenwasserstoffes:
20,660 mg Substanz liefern 64,795 mg CO_2 und 27,000 mg H_2O.
Gef. 85,53% C 14,62% H
Für C_9H_{18} Ber. 85,62% C 14,38% H

Der zurückgewonnene Kohlenwasserstoff, der weder die Formolitreaktion, noch Entfärbung mit Brom zeigte, wurde mit Bacterium aliphaticum und B. aliphaticum liquefaciens geimpft. Die Kulturen blieben klar, woraus hervorgeht, daß in dem zurückgewonnenen Kohlenwasserstoff kein Dekan (Diisoamyl) mehr vorhanden ist.

Aus diesen Ergebnissen, sowie aus den in der Tabelle angegebenen physikalischen Konstanten und der Elementaranalyse geht hervor, daß der zurückgewonnene Kohlenwasserstoff 1-, 3-, 4-Trimethylzyklohexan ist.

Die mitgeteilten Versuche zeigen, daß es nun sehr wohl möglich ist, aus einer Mischung von Paraffinen und Naphthenen die letzteren zu isolieren. Die Abscheidung der Paraffinkohlenwasserstoffe läßt sich sowohl mit Bacterium aliphaticum als auch mit Bacterium aliphaticum liquefaciens erreichen. Die letzten Spuren der Paraffinkohlenwasserstoffe lassen sich nur durch Anwendung des Bact. aliphaticum liquefaciens entfernen.

Um den quantitativen Verlauf der Reaktion verfolgen zu können, wurde versucht, die unvermeidlichen Verluste zu bestimmen. Daß die Naphthenkohlenwasserstoffe nicht quantitativ zurückgewonnen werden, beruht nicht darauf, daß dieselben von den Bakterien teilweise zersetzt werden, sondern diese Verluste sind in der angewendeten Versuchsanordnung begründet. Der Sauerstoff, der ja in großem Überschuß in den Kolben vorhanden ist,

ist, je nach dem Siedepunkt der betreffenden Naphthenkohlenwasserstoffe, mehr oder weniger mit denselben karburiert. Da die Kühlung während der Destillation mit fester Kohlensäure zur völligen Kondensation dieser Kohlenwasserstoffe nicht ausreicht, entweicht ein Bruchteil derselben mit dem Sauerstoff. Diese unvermeidlichen Verluste könnten nur bei Anwendung flüssiger Luft, die uns nicht zur Verfügung stand, vermieden werden.

Die Verluste wurden bei einigen Versuchen folgenderweise bestimmt: Nach dem Abdestillieren des unzersetzten Kohlenwasserstoffes wurde die dabei überdestillierte Wassermenge nach dem Abkühlen wieder in den Kolben gegeben und 2 ccm Naphthenkohlenwasserstoff zugesetzt, die jeweils dem Siedepunkt des zurückgewonnenen Kohlenwasserstoffes entsprachen. Dann wurde destilliert, bis dieselbe Wassermenge destilliert war, und danach die Menge des zurückgewonnenen Kohlenwasserstoffes bestimmt. Die Verluste waren, wie zu erwarten war, bei den leichtsiedenden Kohlenwasserstoffen am größten und nahmen mit steigendem Siedepunkt ab.

Versuchsverluste:

Menge des überdestill. Wassers ccm	Art des zugesetzten Kohlenwasserstoffes	Menge des zugesetzten Kw in ccm	Menge des zurückgew. Kw in ccm	Berechneter Verlust in ccm
200	Zyklohexan	2	0,95	1,05
310	1-, 3-Dimethylzyklohexan . .	2	1,45	0,55
250	1-, 3-, 4-Trimethylzyklohexan	2	1,95	0,15

Ziehen wir diese unvermeidlichen Verluste in Betracht, so sehen wir, daß die Trennung innerhalb der Fehlergrenzen quantitativ ausgeführt werden kann.

3. Kontrolle der Methode.

Nachdem es gelungen war, die soeben beschriebene Methode der Analyse von Kohlenwasserstoffen mit Hilfe von Bakterien in ein praktisch brauchbares Arbeitsverfahren auszugestalten, hatte Exzellenz Engler die große Freundlichkeit, uns am 6. 1. 1919 4 Mischungen aus Naphthenen und Paraffinen zu geben, die er selbst gemischt hatte, und deren Zusammensetzung uns erst nach der Ablieferung unserer Analysenbefunde am 27. 2. mitgeteilt wurde.

Wir fanden unter Verwendung des Bact. aliphat. liquefac. folgendes:

I. Mischung: Es wurden uns übergeben 6 ccm einer farblosen Flüssigkeit vom Siedep. 79—110°; $D_4^{20} = 0{,}778$; $n_D^{20} = 1{,}4253$. Zur Untersuchung wurden 4 ccm angewendet, nach der Arbeitsweise S. 537. Trotz wiederholter Impfung konnte keine Trübung der Lösung beobachtet werden. Der zurückgewonnene Kohlenwasserstoff wurde über Natrium fraktioniert destilliert.

Fraktion 79—85°, wovon der größte Teil bei 80° überging, hatte $D_4^{20} = 0{,}775$; $n_D^{20} = 1{,}4265$.

Fraktion 85—110° zeigte $D_4^{20} = 0{,}772$; $n_D^{20} = 1{,}4245$.

Als Rückstand hinterblieb im Fraktionierkolben eine stickstoffhaltige Verunreinigung, die schon im Ausgangsmaterial wie üblich mit der Berlinerblau-Reaktion nachgewiesen werden konnte.

Wir gaben folgende Schlußfolgerung an:

Fraktion 79—80° ist Zyklohexan, ob Paraffinkohlenwasserstoff in Spuren vorhanden sind, konnte wegen der stickstoffhaltigen Verunreinigung nicht festgestellt werden.

Nach den Aufzeichnungen Exzellenz Englers bestand die untersuchte Flüssigkeit aus 5,8 ccm Zyklohexan (= 96,7 Proz.) und 0,2 ccm Oktan.

II. Mischung: Es wurden uns übergeben 7 ccm einer wasserhellen Flüssigkeit, die mit Natrium nicht reagierte; Siedep. 71—75°; $D_4^{20} = 0{,}7130$; $n_D^{20} = 1{,}3952$. Angewandt: 4 ccm. Die Bakterien gingen gut an; es wurde viel Sauerstoff verbraucht, der öfters nachgefüllt wurde. Zurückgewonnen: 0,8 ccm; Apparatenkonstante = 1,05 ccm. Summe, als wiedergefundener Kohlenwasserstoff in Rechnung gesetzt, 1,85 ccm, d. h. etwa 44 Proz. von 4 ccm. Siedep. 79—80°; $D_4^{20} = 0{,}779$; $n_D^{20} = 0{,}4265$.

Wir gaben an, etwa 44 Proz. Zyklohexan in der Mischung gefunden zu haben.

Exzellenz Engler hatte gemischt: 3,0 ccm Zyklohexan (= 42,9 Proz.) mit 4,0 ccm n-Hexan.

III. Mischung: Es wurden uns 7 ccm einer wasserhellen Flüssigkeit übergeben; Siedep. 71—120°; $D_4^{20} = 0{,}726$; $n_D^{20} = 1{,}4055$.

Angewandt 4,00 ccm; Sauerstoffverbrauch groß: Verlauf normal, starke Trübung.

Zurückgewonnen: 1,6 ccm; Apparatenkonstante nicht bestimmbar, weil die Siedegrenzen (80—118°) sehr weit auseinanderliegen; Fraktioniert destilliert über Natrium:

Fraktion 80—100°; $D_4^{20} = 0{,}773$
„ 110—118°; $D_4^{20} = 0{,}774$

Der größte Teil ging bei 118° über.

Wir gaben an, daß die Mischung etwas weniger als zur Hälfte aus Naphthenkohlenwasserstoffen bestand, darunter Dimethylzyklohexan.

Exzellenz Engler hatte verwendet: 2,0 ccm Dimethylzyklohexan, 2,0 ccm Zyklohexan (also 57,1 Proz. Naphthene) und 3,0 ccm n-Hexan.

IV. Mischung: Es waren uns übergeben worden: 6 ccm einer wasserhellen Flüssigkeit; Siedepunkt: 145—151°; $D_4^{20} = 0{,}7602$; $n_D^{20} = 1{,}4235$.

Angewandt: 4,00 ccm. Sauerstoffverbrauch sehr groß; Trübung stark; Verlauf normal.

Zurückgewonnen: 2,15 ccm; Apparatenkonstante 0,15; als nicht angegriffene Kohlenwasserstoffe in Rechnung gesetzt, die Summe 2,30 = 57 Proz. von 4 ccm. Siedep. = 139—141°; $D_4^{20} = 0{,}785$; $n_D^{20} = 1{,}4260$.

Wir gaben an, etwa 57 Proz. Trimethylzyklohexan in der Substanz gefunden zu haben.

Exzellenz Engler hatte gemischt: 3,5 ccm Trimethylzyklohexan (= 58,3 Proz.) mit 2,5 ccm Dekan.

Bei diesen Analysen werden die Naphthenkohlenwasserstoffe bestimmt, während die Paraffinkohlenwasserstoffe von den Bakterien vernichtet werden. Wollten wir die Paraffinkohlenwasserstoffe isolieren, so hätte dies nach der Methode von Tausz[1]) mit Hilfe von Nickel erreicht werden können. Dabei wären die Naphthene mit einem Sechsring dehydriert worden, und als Formolit abzuscheiden gewesen. Während diese Methode nur eine qualitative ist, kann man mit Palladium als Katalysator, wie Tausz[2]) ebenfalls in Anschluß an Zelinsky[3]) zeigte, quantitative Dehydrierung erzielen, sofern dies von Tausz und v. Putnoky[4]) präparierte Palladium verwendet wird.

---

[1]) Engler-Höfer, Das Erdöl. Bd. 1. S. 503.

[2]) Chem. Zeitg. 1913. S. 334.

[3]) Ber. d. Deutsch. chem. Ges. Bd. 44. 1911. S. 3121.

[4]) Ber. d. Deutsch. chem. Ges. Bd. 52. 1919. S. 1573.

III. Praktische Anwendung der neuen Methode.

1. Isolierung von Naphthenen aus Erdöl und ähnlichen Fraktionen.

Zur Untersuchung kamen verschiedene Fraktionen, aus Naphthenen und Paraffinen bestehend, die zum größten Teil von früheren Arbeiten C. Englers und seiner Mitarbeiter herrührten. Diese Fraktionen wurden zur Isolierung der Naphtene der Behandlung mit Bacterium aliphaticum und Bacterium aliphaticum liquefaciens ausgesetzt.

a) Folgende Fraktion, die voraussichtlich viel Naphthen enthielt, wurde mit Bacterium aliphaticum liquefaciens behandelt. Engler und Routala[1]) hatten bei ihrer Arbeit „Über die Bildung der Naphthene im Erdöl" aus Amylen durch Druckerhitzung auf 320—325° ein Öl erhalten, dessen Fraktionen sie auf Einzelbestandteile untersuchten. Nach Abscheidung der ungesättigten und der aromatischen Kohlenwasserstoffe mit Schwefelsäure und nach sorgsamer Reinigung und Fraktionierung resultierten Kohlenwasserstoffgemische, die nur Paraffine und Naphtene enthalten sollten und nach der Methode von Engler und Schneider und aus der Elementaranalyse charakterisiert wurden. Bei den höheren Fraktionen wurden die Naphthene auch indirekt als Nitroprodukte nach der Methode von Konowaloff nachgewiesen. Ein direkter Nachweis der Naphthene war jedoch nicht möglich.

Wir wählten von den Fraktionen Routalas die Fraktion 139—149°, die Routala nicht untersucht hatte, von denen aber einige Kubikzentimeter zur Verfügung standen.

Da eine Probe der Fraktion bei der Prüfung auf aromatische Kohlenwasserstoffe mit Trioxymethylen und konzentrierter Schwefelsäure eine Formolitbildung zeigte, wurde die gesamte Fraktion zunächst der Formolitreaktion unterworfen. Die Fraktion wurde mit Trioxymethylen und konzentrierter Schwefelsäure längere Zeit geschüttelt und dann im Scheidetrichter getrennt. Danach wurde mit verdünnter Lauge und Wasser ausgewaschen, getrocknet und über Natrium destilliert. Die Fraktion zeigte nun die Konstanten Kp = 139—149°; $D_4^{20} = 0,7689$; $n_D^{20} = 1,4254$.

Wir unterwarfen ca. 2 ccm dieser Fraktion der oben beschriebenen Behandlung mit Bacterium aliphaticum und B. aliphaticum liquefaciens. Die erhaltenen Resultate sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

a) **Behandlung mit Bacterium aliphaticum.**

	Menge ccm	Kp	D_4^{20}	n_D^{20}
Angewandtes Öl	1,5	139—149°	0,7689	1,4254
Zurückgewonnenes Öl	1,0	140—145°	0,770	1,4274

---

[1]) Ber. d. Deutsch. chem. Ges. Bd. 42. 1909. S. 4610; ebenda. Bd. 43. 1910. S. 388. Routala, Über die Bildung der Naphthene im Erdöl. [Diss.] Karlsruhe 1909. S. 66; s. a. Engler-Höfers Hdb. Das Erdöl. Bd. 1. 1913. S. 803.

b) Behandlung mit **Bacterium aliphaticum liquefaciens.**

	Menge ccm	Kp	D_4^{20}	n_D^{20}
Angewandtes Öl	2	139—149°	0,7689	1,4254
Zurückgewonnenes Öl	1,5	142—147°	0,7772	1,4278

Elementaranalyse des zurückgewonnenen Öles.

23,890 mg Substanz liefern 75,010 mg CO_2 und 30, 660 mg H_2O
Gef. 85,63% C 14,36% H
Für C_nH_{2n} Ber. 85,62% C 14,38% H

Das zurückgewonnene Öl wurde qualitativ auf seine Angreifbarkeit von Bacterium aliphaticum und B. aliphaticum liquefaciens geprüft. Die Kulturen blieben völlig klar, ein Beweis, daß keine Paraffinkohlenwasserstoffe in dem zurückgewonnenen Öl vorhanden sind. Zur Kontrolle wurde nun eine Probe des zurückgewonnenen Öles mittels einer Tropfpipette mit 5 Proz. n-Oktan versetzt und diese Mischung in derselben Weise qualitativ auf die Angreifbarkeit durch Bacterium aliphaticum liquefaciens und B. aliphaticum geprüft. Hier zeigte sich nach 1 Tag eine ganz deutliche Trübung der Kulturen. Die Bakterien vermehren sich auf Kosten des zugesetzten n-Oktan.

Außerdem wurde das zurückgewonnene Öl auf seine Entfärbbarkeit durch Brom und mittels der Formolitreaktion auf Benzole geprüft. Beide Proben fielen negativ aus.

Aus diesen Daten geht hervor, daß das zurückerhaltene Öl aus reinen Naphthenkohlenwasserstoffen besteht. Somit war erstmals der direkte Nachweis geliefert, daß das Druckdestillat aus Amylen Naphthene enthält.

b) Nun wurde noch eine Fraktion der Bakterienbehandlung ausgesetzt, die von einer Experimentalarbeit von Engler und Halmai[1]) „Über die optische Aktivität und die Entstehung der Naphthene im Erdöl" herrührte. Bei der Erhitzung eines Zylinderöles aus Baku im Autoklaven auf 430—460° erhielten Engler und Halmai ein Zersetzungsöl, das sie nach dem Entfernen der ungesättigten und der aromatischen Kohlenwasserstoffe einer gründlichen fraktionierten Destillation unterwarfen. Durch Bestimmung der physikalischen Konstanten nach der Methode von Engler und Schneider und aus der Elementaranalyse wiesen sie den Gehalt der einzelnen Fraktionen an Naphthenen nach. Bei den höheren Fraktionen wurde Naphthen als Nitroprodukt nach der Methode von Konowaloff bestimmt. Ein direkter Nachweis, daß Naphthene vorliegen, war jedoch damals noch nicht möglich.

Wir wählten für die Behandlung mit Bakterien die Fraktion von 120—126°; $D^{20} = 0{,}725$ und $D^{15} = 0{,}735$; $n_D = 1{,}3943$. Halmai berechnet darin nach den oben angegebenen Methoden einen Gehalt von rund 50 Proz. Naphthenen. Die Formolitprobe fiel negativ aus, es waren also keine Benzolkohlenwasserstoffe mehr vorhanden.

---

[1]) Engler u. Halmai, Ber. d. Deutsch. chem. Ges. Bd. 43. 1910. S. 397. Halmai, „Beiträge zur Kenntnis der optischen Aktivität und der Entstehung der Naphthene im Erdöl. [Diss.] Karlsruhe 1909. S. 60. S. a. Engler-Höfers Hdb. Das Erdöl. Bd. 1. 1913. S. 333.

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

Wir unterwarfen die Fraktion (4 ccm) zunächst der Behandlung mit Bacterium aliphaticum und konnten dabei 1,3 ccm Kohlenwasserstoff wiedergewinnen, dessen Konstanten wir bestimmten. Kp = 124°; $D_4^{20} = 0,7537$; $n_D^{20} = 1,4160$.

Danach behandelten wir die Fraktion (ebenfalls 4 ccm) mit Bacterium aliphaticum liquefac. Wir erhielten 1,79 ccm Kohlenwasserstoff zurück, dessen Konstanten für spezifisches Gewicht und Brechungsexponent etwas höhere Werte zeigten wie das mit Bacterium aliphaticum behandelte. Die Konstanten waren die folgenden: Kp = 120—122°; $D_4^{20} = 0,7563$; $n_D^{20} = 1,4190$. Die Werte sind in den folgenden Tabellen zusammengestellt:

Elementaranalyse des zurückgewonnenen Öles:

22,920 mg Substanz liefern 72,085 mg CO_2 und 29,710 mg H_2O.
Gef. 85,77% C 14,50% H
Für C_nH_{2n} Ber. 85,62% C 14,38% H

a) Behandlung mit Bacterium aliphaticum.

	Menge ccm	Kp	D_4^{20}	n_D^{20}
Angewandtes Öl	4	120—126°	0,725	1,3943
Zurückgewonnenes Öl	1,6	124°	0,754	1,4160

b) Behandlung mit Bacterium aliphaticum liquefaciens.

	Menge ccm	Kp	D_4^{20}	n_D^{20}
Angewandtes Öl	4	120—126°	0,725	1,3943
Zurückgewonnenes Öl	1,79	122°	0,756	1,4190

Das zurückgewonnene Öl wurde zunächst qualitativ durch Impfen mit Bacterium aliphaticum und B. aliphaticum liquefaciens in der üblichen Weise (s. S. 528) geprüft, wobei sich zeigte, daß die Kulturen sich nicht trübten. Das Öl enthält also keine Paraffinkohlenwasserstoffe mehr. Die Kontrollproben mit 5 Proz. zugesetztem n-Oktan fielen deutlich positiv aus.

Die Formolitprobe und die Prüfung mit Brom zeigten die Abwesenheit von Benzolen und Olefinen an.

Der wiedergewonnene Kohlenwasserstoff besteht also aus reinen Naphthenkohlenwasserstoffen. Auf Grund dieser Resultate ist der direkte Nachweis über die indirekte Methode hinaus erbracht, daß bei der Druckerhitzung eines Zylinderöles aus Baku Naphthene entstanden sind.

c) Schließlich zogen wir ein Öl in den Bereich der Untersuchung, das von Tausz und Grieg[1]) übernommen war.

Beim Erhitzen der über 250° siedenden Rückstände eines pennsylvanischen Erdöles unter Druck im Autoklaven war von ihnen ein Öl erhalten worden, das von ihnen fraktioniert destilliert wurde. Nach dem Entfernen der ungesättigten Kohlenwasserstoffe nach der Methode von Tausz[1]) mit Merkuriazetat und der aromatischen Kohlenwasserstoffe nach Nastjukoff-Herr[2]) mit Methylal und konzentrierter Schwefelsäure wurden die sorgfältig gereinigten Öle durch 3malige Destillation in möglichst enge Fraktionen zerlegt. In den einzelnen Fraktionen konnten danach nur gesättigte Kohlenwasserstoffe der Methanreihe und der Naphthenreihe enthalten sein.

---

[1]) Grieg, Alf K., Nachweis von Naphthenen in den Zersetzungsprodukten von Paraffin. [Dipl. Arb.] Karlsruhe 1916. S. 24/26.

Wir wählten die Fraktion 118—123° zur Behandlung mit Bacterium aliphaticum. Die Konstanten der Fraktion waren: $D_4^{15} = 0{,}7260$; $n_D^{20} = 1{,}407$; die Elementarzusammensetzung war 84,87 Proz. C und 15,04 Proz. H. In dieser Fraktion hatte Grieg nach der Methode von Engler und Schneider und aus der Elementaranalyse Naphthene nachgewiesen, was er auch chemisch nach der Dehydrierung nach Zelinsky-Tausz[3]) durch Formolitbildung bestätigen konnte.

Wir wandten 4 ccm der Fraktion an und konnten 1,4 ccm Kohlenwasserstoff wiedergewinnen, dessen Konstanten wir bestimmten. Sie sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Wenn man aus der entstandenen Kohlensäuremenge (3,8932 g) etwa die Menge Oktan berechnen wollte, die durch Bakterien zersetzt wurde, so würden sich 1,23 g Oktan, d. h. 1,76 ccm Oktan ergeben.

Behandlung mit Bacterium aliphaticum liquefaciens.

	Menge ccm	Kp	D_4^{20}	n_D^{20}
Angewandtes Öl	4	118—123°	0,724	1,407
Zurückgewonnenes Öl	1,4	115°	0,749	1,4170

Elementaranalyse des zurückgewonnenen Öles:
25,000 mg Substanz liefern 78,385 mg CO_2 und 32,407 mg H_2O.
Gef. 85,51% C 14,50% H
Für C_nH_{2n} Ber. 85,62% C 14,38% H.

Die in der üblichen Weise vorgenommenen qualitativen Prüfungen des wiedergewonnenen Kohlenwasserstoffes mit Bacterium aliphaticum und B. aliphaticum liquefaciens ergaben die völlige Abwesenheit von Paraffinkohlenwasserstoffen. Keine der wiederholt angesetzten Kulturen trübte sich. Bei Zusatz geringer Spuren n-Oktan trat jedoch sofort eine deutliche Trübung ein, woraus hervorgeht, daß der erhaltene Kohlenwasserstoff tatsächlich reiner Naphthenkohlenwasserstoff, frei von Paraffin, ist.

Damit war die Untersuchung von Tausz und Grieg durch den direkten Nachweis bestätigt, daß bei der Druckerhitzung der über 250° siedenden Rückstände eines pennsylvanischen Erdöles Naphthene entstanden sind.

---

[1]) J. Tausz, [Diss.] Karlsruhe 1911. (Zeitschr. f. angew. Chem. Bd. 32. 1919. S. 317.)

[2]) Chem. Zeitg. 1910. S. 895

[3]) Zelinsky, Ber. d. Deutsch. chem. Ges. Bd. 44. 1911. S. 3121; J. Tausz, s. z. B. Engler-Höfers Hdb. Das Erdöl. Bd. 1. 1913. S. 503.

2. Nachweis der Abwesenheit von Naphthenen bzw. Paraffinen in verschiedenen Fraktionen.

a) **Engler** und **Routala**[1]) unterwarfen gelegentlich der schon oben erwähnten Studie Amylen auch in der Kälte längere Zeit der Einwirkung von Aluminiumchlorid. Die daraus erhaltene leichte Flüssigkeit wurde nach sorgfältiger Reinigung und Trocknen mehrmals fraktioniert destilliert, und die Fraktionen bis 200° als reine Paraffinkohlenwasserstoffe charakterisiert, mit Ausnahme einiger weniger, in denen Spuren von Olefinen nachgewiesen wurden.

Wir wählten die Fraktion 126—150°; $D^{15} = 0{,}7176$; $n_D = 1{,}4040$, da dieselbe nach den Angaben **Routalas** kein Olefin enthält, unterwarfen dieselbe der Behandlung mit **Bacterium aliphaticum**. Die Formolitprobe fiel negativ aus. Der Versuch wurde 3 Wochen lang ausgeführt. Danach wurde der unzersetzte Kohlenwasserstoff zurückdestilliert und dessen Konstanten bestimmt. Sie sind in folgender Tabelle zusammengestellt.

	Menge ccm	Kp	D_4^{20}	n_D^{20}
Angewandtes Öl	2	126—150°	0,717	1,4040
Zurückgewonnenes Öl	1,1	130—135°	0,718	1,3965

Der zurückgewonnene Kohlenwasserstoff zeigt Konstanten für das spezifische Gewicht und den Brechungsexponenten, die mit denen des ursprünglichen Öles innerhalb der Fehlergrenzen übereinstimmten. Damit ist tatsächlich der Beweis erbracht, daß die vorliegende Fraktion aus reinen Paraffinkohlenwasserstoffen besteht und keine Naphthenkohlenwasserstoffe enthält.

b) Die Fraktion eines rumänischen Erdöles, die Herr R. A. **Wischin** in freundlicher Weise Exz. **Engler** zur Verfügung gestellt hatte, wurde auf die Anwesenheit von Paraffinkohlenwasserstoffen geprüft. Die Fraktion war von **Wischin** im großen aus einem rumänischen Erdöl durch fraktionierte Destillation gewonnen worden. Die aromatischen Kohlenwasserstoffe waren größtenteils schon entfernt durch Behandlung der einzelnen Fraktionen mit konzentrierter Schwefelsäure. Um die letzten Spuren aromatischer Kohlenwasserstoffe zu entfernen, wurde ein Teil der Fraktion der Formolitreaktion unterworfen. Im **Tausz**schen Kolben[2]) wurden 100 ccm des Öles mit 200 ccm Methylal und ca. 300 ccm konzentrierter Schwefelsäure versetzt und geschüttelt, schließlich Wasser dazu gegeben und ammoniakalisch gemacht, im Wasserdampfstrom abdestilliert. Das Destillat wurde zur Beseitigung des Methylals mit konzentrierter Schwefelsäure geschüttelt. Da nach dieser Behandlung Reagenzglasproben noch die Formolitreaktion zeigten, wurde der gesamte Kohlenwasserstoff nochmals in derselben Weise mit Methylal und Schwefelsäure behandelt. Danach wurde der mit Wasserdampf überdestillierte Kohlenwasserstoff nochmals mit der Formolitreaktion geprüft; die Probe fiel negativ aus. Die Fraktion wurde nun mit Kalilauge, Natriumbisulfit und Wasser gewaschen und über Natrium getrocknet und destilliert. Der Kohlenwasserstoff zeigte nun die Konstanten: Kp = 118—121°; $D_4^{20} = 0{,}762$; $n_D^{20} = 1{,}4180$.

---

[1]) a. a. O.

[2]) a. a. O.

Der auf diese Weise gereinigte Kohlenwasserstoff wurde zunächst qualitativ in der üblichen Weise (s. S. 528) mit Bacterium aliphaticum und B. aliphaticum liquefaciens geprüft, mit dem Resultat, daß die Bakterien sich nicht auf Kosten dieses Kohlenwasserstoffes vermehren können. Die Versuche wurden öfters wiederholt, mit demselben Ergebnis, daß die Kulturen klar blieben. Außerdem wurden auch quantitative Versuche ausgeführt. 2 ccm der Fraktion wurden in die üblichen Kolben (s. S. 529) gegeben und der Kolben auf der Schüttelmaschine bewegt. Es fand keine Sauerstoffabsorption statt. Beim Zurückdestillieren konnte keine Kohlensäure nachgewiesen werden; der zurückgewonnene Kohlenwasserstoff zeigte noch dieselben Konstanten wie das ursprüngliche Öl.

Wurden jedoch dieselben Versuche mit diesem Kohlenwasserstoff, dem 5 Proz. n-Oktan zugesetzt war, ausgeführt, so war stets eine deutliche Trübung, sowie Entstehung von Bakterienhaut zu beobachten. Die quantitativen Versuche zeigten Sauerstoffverbrauch, sowie Entstehung geringer Mengen von Kohlensäure. Der zurückgewonnene Kohlenwasserstoff zeigte jedoch wieder dieselben Konstanten, da das zugesetzte n-Oktan von den Bakterien zersetzt war.

Alle diese Versuchsergebnisse zeigen, daß in der verwendeten Fraktion des rumänischen Erdöles keine Paraffinkohlenwasserstoffe vorhanden sind. Damit ist auch gleichzeitig der Beweis erbracht, daß in dem angewandten rumänischen Erdöl kein Oktan enthalten ist.

IV. Prüfung verschiedener Rohöle und deren Fabrikationsprodukte auf ihre Angreifbarkeit durch Bacterium aliphaticum.

Es wurden verschiedene Rohöle mit dem Bacterium aliphaticum geimpft und geprüft, welche von ihnen angegriffen werden.

Sterile, mit Watte verschlossene Reagenzgläser wurden etwa zur Hälfte mit steriler anorganischer Nährlösung gefüllt. Von den verschiedenen Rohölen und ihren Produkten wurden jeweils 2 Tropfen zugegeben, so daß gerade eine dünne Ölschicht auf der Oberfläche gebildet wurde. Die Öle wurden nicht sterilisiert, um keine Veränderung derselben zu verursachen. Zu jedem Öl wurde unter den gleichen Bedingungen eine blinde Probe angesetzt, d. h. die anorganische Nährlösung wurde geimpft; es wurde aber kein Öl zugegeben. Zum Impfen war flüssige Hexankultur benützt worden, die folgendermaßen gewonnen worden war:

Von Reinkultur des Bacterium aliphaticum war in einen sterilen Erlenmeyerkolben, der mit 200 ccm steriler, anorganischer Nährflüssigkeit und 3 Tropfen n-Hexan beschickt war, abgeimpft worden. Nach ein paar Tagen war die Flüssigkeit deutlich trüb, grünlich gefärbt und zeigte viel Bakterienhaut. Der Kolben wurde nun in einem Exsikkator evakuiert, mit steriler Luft gefüllt und nochmal evakuiert. Dies wurde 5mal wiederholt, um noch etwa vorhandenes Hexan aus der Flüssigkeit zu entfernen. Die so erhaltene Kultur wurde in eine zuvor mit strömendem Wasserdampf sterilisierte Bürette gefüllt, die unten mit Gummischlauch, Quetschhahn und Glaskapillare versehen war. Daraus wurde je 1 Tropfen in die Reagenzgläser gebracht.

Die Kulturen wurden täglich beobachtet, um den Unterschied des Eintrittes der Trübung und den Grad derselben genau feststellen zu können.

Die Trübung trat fast durchweg am 2. Tag ein, nur bei einigen erst später, aber auch im Verlauf von 6 Tagen. Nach dieser Zeit konnte bei täglichem Beobachten keine deutliche Veränderung mehr wahrgenommen werden. Nach 4 Wochen hatte sich in den stark trüben Kulturen überall Haut und Bodensatz gebildet. Es wurden folgende Beobachtungen gemacht, die in den Tabellen zusammengestellt sind.

Es bedeuten:

+++ sehr gute Trübung, ++ gute Trübung, + schwache Trübung, — keine Trübung.

I. Rohöle.

Angegriffene Rohöle:

Bitkow	+++
Wankowa	+++
Izaszacsal	+++
Roengkoet	+++
Berbek	+++
Mendoza	+++
Pennsylvan.	++
Wojtowa.	++
Patagonien	++
Koeti	++
Alaska	++
Myagawa	++
Lima	++
Burma	++
Pechelbronn	++
Klenczany	++
Tegernsee	++
Mexiko	++
Wietze	++
Humboldt	++
Pardubitz	++
Rumänien	+
Sumatra	+
New Hall (Kalifornien)	+
Santa Clara (Kalifornien)	+

Nicht angegangene Rohöle:

Kobylany	—
Potok	—
Wietze schwer	—
Los-Angelos (Kalifornien)	—
Kern-River	—
Columba Distrikt (Kalifornien)	—
Terra di Lavoro	—
Gogor (Java)	—
Gebel Said (Ägypten)	—
Insel Zante (Griechenland)	—
Baku	—
Sachalin	—
Urycz	—
Schodnica	—
Borneo	—

II. Rohölprodukte.

Angegriffene Rohölprodukte:

Leuchtöl (Kalifornien)	+++
Kaiseröl (Pennsylvanien)	+++
Mittelöl Pechelbronn	+++
Dünne Rückstände Pechelbronn	+++
Raff. schwer. Spindelöl Pardubitz	+++
Petroleum-Destillat Pardubitz	++
Raff. Petroleum Destillat Pardubitz	++
Solaröl Pardubitz	++
Gasöl-Destillat Pardubitz	++
Raff. schwer. Maschinenöl Pardubitz	++
Druckphotogen Baku ,,	++
Petroleum Humboldt (Kalifornien)	++
Petroleum New Hall ,,	++
Vaselinöl Pechelbronn	++
Braunkohlenteeröl	++
Brennpetroleum Pechelbronn	++
Sicherheitspetroleum Pechelbronn	++
Benzinrückstände Pardubitz	++
Crakingöl über 200° Pardubitz	++
,, ,, 100° ,,	++
Crakdestillat ,,	++

Nicht angegangene Rohölprodukte:

Cylinderöl Nobel Baku	—
Maschinenöl Nobel Baku	—
Kerosin-Brennöl Nobel Baku	—
Raff. leichtes Spindelöl Pardubitz	—
Schweres Spindelöl ,,	—
Raff. leichtes Maschinenöl ,,	—
Maschinenöldestillat ,,	—
Cylinderöl Pardubitz	—
Maschinenöl Vacuum	—
Velocit Spindelöl	—
Schmieröl (russisches)	—
Maschinenöl ,,	—
Cylinderöl ,,	—

Zur Kontrolle wurden die Versuche wiederholt und dasselbe Ergebnis gefunden.

Zusammenfassung.

Die vorliegende Arbeit zerfällt in einen bakteriologischen und in einen chemischen Teil.

Im bakteriologischen Teil werden 3 neue Kohlenwasserstoffbakterien beschrieben: Bacterium aliphaticum, B. aliphaticum liquefaciens und Paraffinbakterium.

Zur Isolierung von Bacterium aliphaticum wird teils anorganische Nährlösung, teils auch organische Nährlösung (Extrakte von faulendem Laub, grünen Blättern und Gras) mit einigen Tropfen n-Hexan versetzt und mit verschiedenen Proben Gartenerde infiziert. In den Kulturen, die bei ca. 30° C sich selbst überlassen werden, erfolgt innerhalb 8—14 Tagen eine Anreicherung der spezifischen Erreger der Hexanzersetzung, in manchen Fällen sogar direkt eine Reinkultur. Durch Überimpfungen in anorganische Nährlösung, die als alleinige Kohlenstoffquelle n-Hexan enthält, sowie mittels des Platten-Verdünnungsverfahrens werden aus diesen Anhäufungskulturen Reinkulturen erzielt. Diese Bakterien sind lebhaft bewegliche Stäbchen von ca. 2 μ Länge und 1,5 μ Breite mit peritricher Begeißelung. Mit den gewöhnlichen Anilinfarbstoffen sind sie leicht färbbar; nach Gram sind sie entfärbbar, sie sind gram-negativ und nicht säurefest. Sie wachsen sowohl in anorganischer Nährlösung mit Paraffinkohlenwasserstoffen als alleiniger Kohlenstoff- und Energiequelle, als auch auf den üblichen organischen Nährböden wie Bouillon, Bouillonagar usw. Auf Bouillonagar bilden sie schön irisierende, kreisrunde Kolonien von gleichmäßiger Struktur; auf Bouillongelatine entstehen um die Mutterkolonie in Kreisen angeordnete kleinere Tochterkolonien, die nach der Peripherie zu immer kleiner werden. Da eine derartige Wachstumserscheinung, soweit die einschlägige Literatur zeigt, noch bei keinen Mikroben beobachtet wurde, bietet sie für Bact. aliphat. ein außerordentlich charakteristisches Merkmal. Der Kongorotnährboden wird von den Bakterien nicht verfärbt; sie bilden weiße Kolonien. Auf Kartoffeln wachsen sie sehr üppig als weißer Belag, der sich nach einigen Tagen bräunlich färbt. Traubenzucker und Milchzucker werden nicht vergärt. Die Bakterien scheiden das Enzym Diastase ab, nicht aber Lipase, Urease und proteolytische Enzyme; sie enthalten Katalase.

Bei Bacterium aliphaticum liquefaciens gelingt die Isolierung, die im übrigen in derselben Weise wie bei Bact. aliphat. ausgeführt wird, auch unter Anwendung von Naphthenen wie Zyklohexan und 1-, 3-Dimethylzyklohexan. Diese Bakterienart stimmt in ihren morphologischen und physiologischen Eigenschaften mit Bacterium aliphaticum im wesentlichen überein. Der Unterschied besteht nur darin, daß dieses Bakterium proteolytische Enzyme abscheidet — Gelatine wird daher stark verflüssigt — und außerdem das diffundierende Enzym Lipase, die beide von Bact. aliphat. nicht gebildet werden.

Paraffin-Bakterium wird in analoger Weise aus Gartenerde durch Anhäufungskulturen, bestehend aus anorganischer Nährlösung und Paraffinöl, isoliert und mittels des Platten-Verdünnungsverfahrens Reinkulturen erzielt. Die Bakterien sind auf festen Nährböden unbewegliche Stäbchen, auf flüssigen Substraten bilden frisch ausgekeimte Sporen (4—10 Stunden nach der Keimung) sehr lebhaft bewegliche Stäbchen von 4—6 μ Länge und 2 μ Breite, die zu langen Ketten, oft bis zu 20 Gliedern auswachsen. Charakteristisch ist die rasche Sporenbildung. Die Sporen keimen bei gün-

stigen Bedingungen innerhalb 3—4 Stunden aus; nach 24 Stunden sind in einer charakteristischen Weise Sporen gebildet. Auf Grund davon gehört das Paraffin-Bakterium mit Bacillus subtilis, B. leptosporus, B. sessilis, B. anthracis u. a. in eine natürliche Verwandtschaftsgruppe, bei welcher die Sporenbildung nach dem gleichen Typus verläuft. Die Bakterien sind schwer färbbar, die Sporenfärbung verläuft positiv. Auf Bouillonagar wachsen die Bakterien als weiße Kolonien. Mittels eines Deckglases lassen sich dieselben sehr leicht vom Agar abheben. Im Innern des Agar bilden die Bakterien kleine Kolonien mit merkwürdig zerfransten Rändern, die denen von Milzbrandbazillus sehr ähnlich sind. Gelatine wird nach 3 Tagen verflüssigt. Auf Kartoffeln bilden die Bakterien einen rötlichbraunen Belag. Sie scheiden das diffundierende Enzym Lipase ab, nicht aber Urease. Proteolytische Enzyme werden ebenfalls gebildet, außerdem Katalase.

Im chemischen Teil wird die Einwirkung dieser Bakterien auf reine synthetische Kohlenwasserstoffe und auf Mischungen von Paraffinen mit Naphthenkohlenwasserstoffen mitgeteilt, die qualitativ und quantitativ verfolgt wurde und zu einer neuen Analysenmethode für Kohlenwasserstoffgemische führte.

Es sind geprüft von:

Paraffinkohlenwasserstoffen: n-Hexan, n-Oktan, Dekan (Diisoamyl), Hexadekan, Triakontan und Tetratriakontan.

Olefinen: n-Hexylen, n-Kaprylen, Hexadezylen.

Naphtenen: Zyklohexan, Methylzyklohexan, 1-, 3-Dimethylzyklohexan, 1-, 3-, 4-Trimethylzyklohexan, Trizyklodekan.

Benzolkohlenwasserstoffen: Benzol, Toluol, m-Xylol, p-Xylol.

Die qualitativen Untersuchungen erstrecken sich auf die makroskopische und mikroskopische Beobachtung der Wachstumserscheinungen der Bakterien, die in anorganischer Nährlösung unter Zusatz der Kohlenwasserstoffe als alleiniger Kohlenstoffquelle gezüchtet werden.

Bacterium aliphaticum greift von den untersuchten Kohlenwasserstoffen an: sämtliche Paraffinkohlenwasserstoffe; von den Olefinen: Hexylen nicht, wohl aber n-Kaprylen und Hexadezylen; Naphthene und Benzolkohlenwasserstoffe nicht.

Bacterium aliphaticum liquefaciens verhält sich diesen Kohlenwasserstoffen gegenüber genau wie Bacterium aliphaticum.

Das Paraffin-Bakterium greift n-Hexan und n-Oktan nicht, dagegen die höheren Glieder Hexadekan, Triakontan und Tetratriakontan sehr wohl an; von Olefinen: Hexylen und Kaprylen nicht, wohl aber Hexadezylen; Naphthene und Benzolkohlenwasserstoffe nicht.

Daraus ergibt sich, daß eine Verallgemeinerung der an einzelnen Gliedern gemachten Beobachtungen auf ganze homologe Reihen unzulässig ist.

Quantitative Versuche zeigen, daß die angegriffenen Kohlenwasserstoffe von den Bakterien restlos zerstört werden, auch bei Gegenwart von nicht angegriffenen Naphthenen. Darauf gründete sich die neue Methode zur Isolierung und Reindarstellung von Naphtenen aus Mischungen mit Paraffinkohlenwasserstoffen, die dieses Problem erstmalig löst.

Die Beleganalysen umfassen folgende Beispiele: künstliche Mischungen (1:1) aus: n-Hexan mit Zyklohexan; n-Hexan mit Methylzyklohexan; n-Oktan mit 1-, 3-Dimethylzyklohexan; Dekan (Diisoamyl) mit 1-, 3-Dimethylzyklohexan; Dekan (Diisoamyl) mit 1-, 3-, 4-Trimethylzyklohexan.

Die Zerstörung der Paraffinkohlenwasserstoffe erfolgt durch Bacterium aliphaticum oder B. aliphaticum liquefaciens. Das Paraffin-Bakterium bleibt außer Betracht, da es die niedrig siedenden Paraffinkohlenwasserstoffe nicht angreift. Die nicht angegriffenen Naphthene werden in geeigneter Apparatur zurückgewonnen.

Die Methode ist angewendet auf Fraktionen von Druckdestillaten künstlicher und natürlicher Schmieröle, aus denen reine Naphthenkohlenwasserstoffe isoliert werden konnten. Auch ließ sich an einer Fraktion eines Polymerisationsproduktes des Amylens die Abwesenheit von Naphthenen, an einer rumänischen Erdölfraktion die Abwesenheit von Paraffinkohlenwasserstoffen nachweisen.

Vorliegende Arbeit wurde in dem Botanischen und in dem Chemischen Institut der Technischen Hochschule zu Karlsruhe ausgeführt. Bei der Ausführung der Arbeit erfreuten wir uns der Ratschläge und des wohlwollenden fördernden Interesses der Institutsdirektoren Herrn Geheimrat Prof. Dr. L. Klein und Wirkl. Geheimrat Prof. Dr. C. Engler sowie des Herrn Dr. K. Pfeiffer. — Wir fühlen uns den genannten Herren sehr zu Dank verpflichtet.

Tafelerklärung.

Tafel I.

Fig. 1. Bacterium aliphaticum liquefaciens, Agarplatte.

Fig. 2. Bacterium aliphaticum liquefaciens, Kolonie auf Agar. Vergr. 40×.

Fig. 3. Bacterium aliphaticum, Agarplatte.

Fig. 4. Bacterium aliphaticum, Kolonie auf Agar. Vergr. 40×.

Tafel II.

Fig. 5. Bacterium aliphaticum, Bouillongelatinekolonie. Vergr. 15×.

Fig. 6. Paraffinbakterium, Kolonie im Innern des Agar. Vergr. 40×.

Fig. 7. Paraffinbakterium. Kolonie auf der Oberfläche des Agar. Vergr. 40×.

Fig. 8. Paraffinbakterium, Agarplatte.

Fig. 9. Paraffinbakterium, auf Agar. Klatschpräparat. Vergr. 40×.

Tafel III.

Beobachtung der Sporenkeimung (Fig. 1—12) und der Sporenbildung (Fig. 12—14) beim Paraffinbakterium.

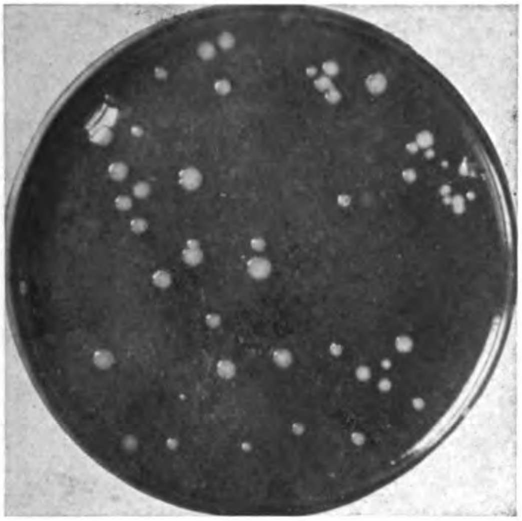


Fig. 1.

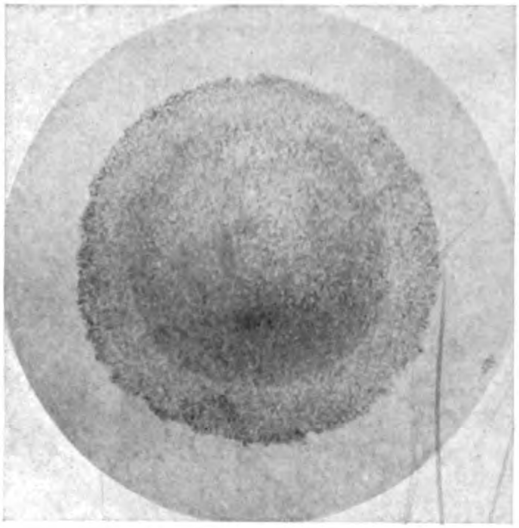


Fig. 2.

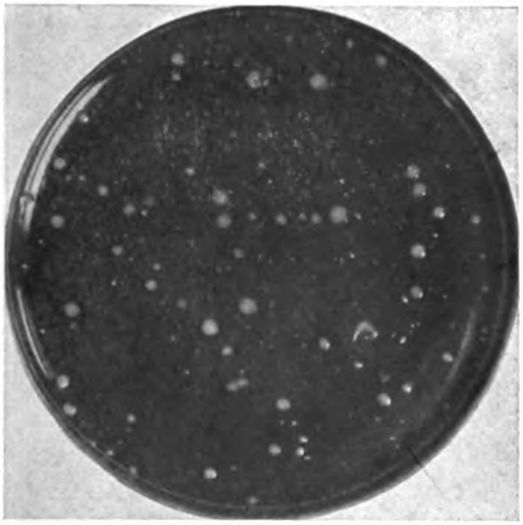


Fig. 3.

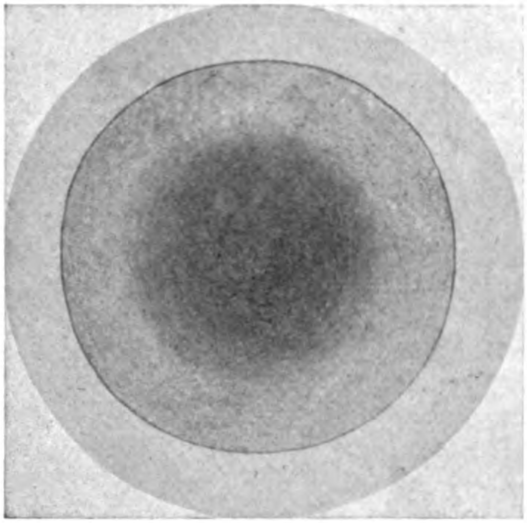


Fig. 4.

Verlag von **Gustav Fischer** in **Jena.**

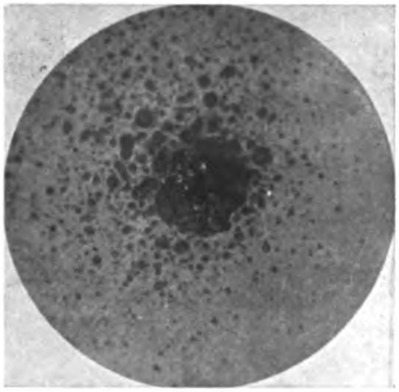


Fig. 5.

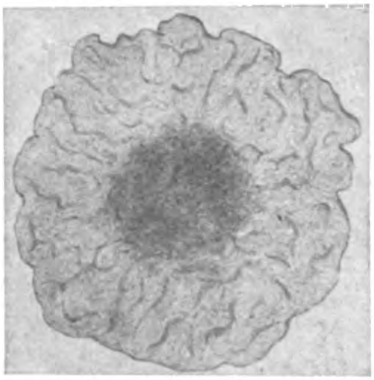


Fig. 7.

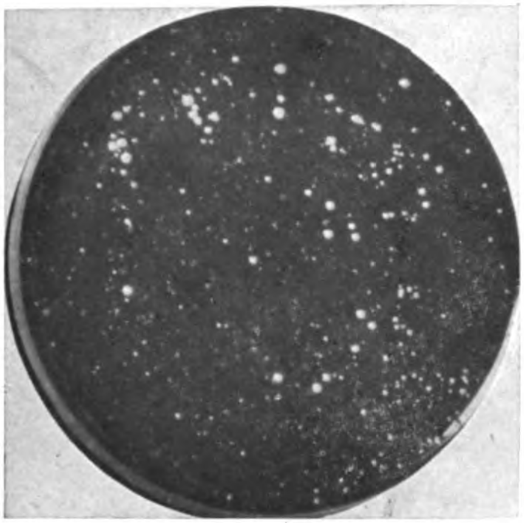


Fig. 8.

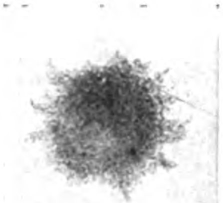


Fig. 6.

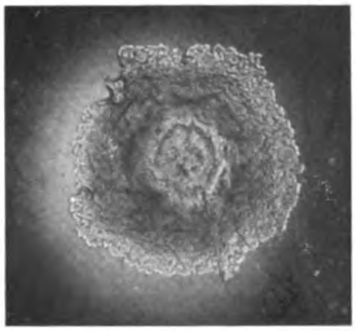
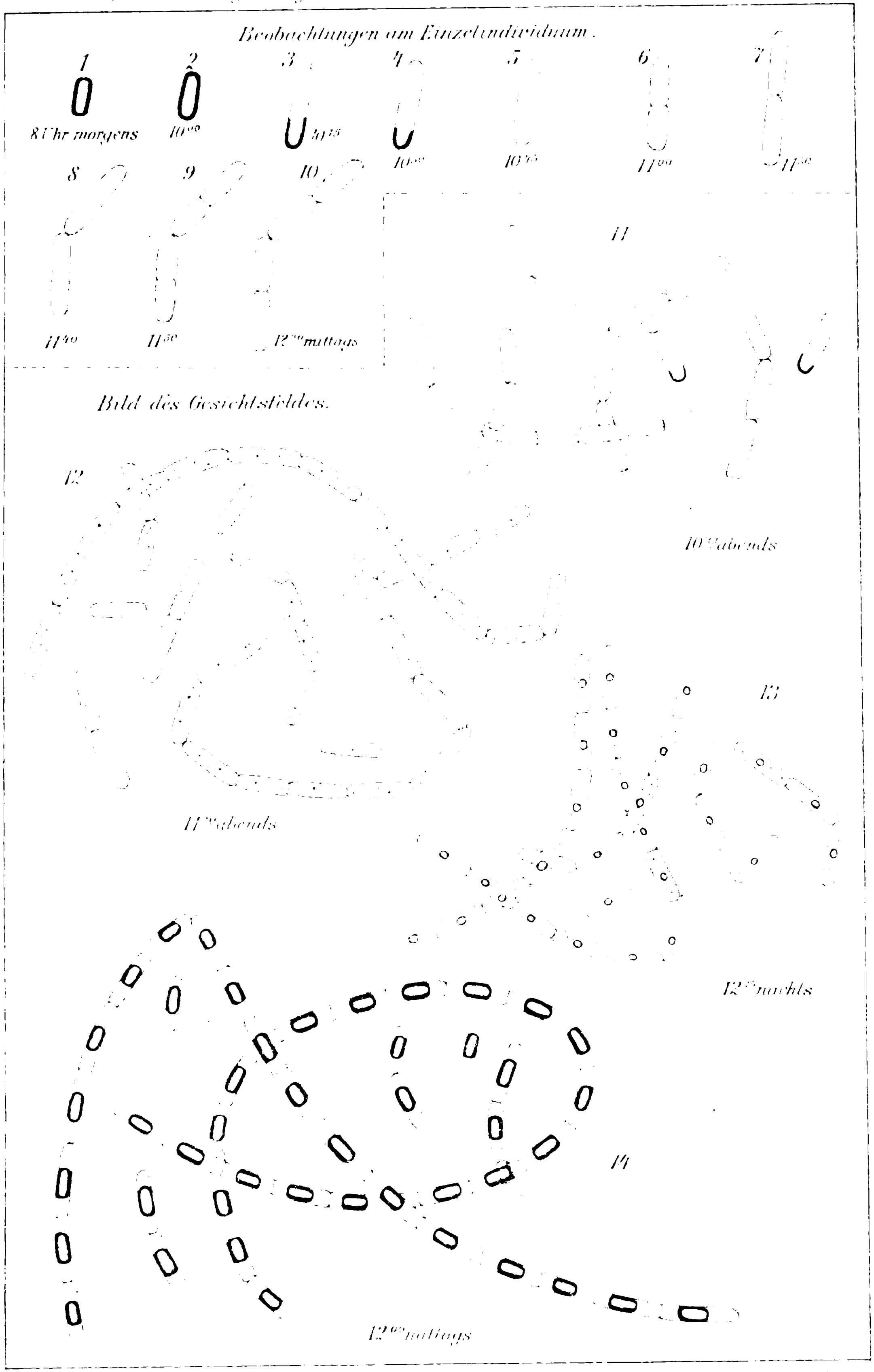


Fig. 9.

Verlag von **Gustav Fischer** in **Jena.**


Beobachtungen am Einzelindividuum.
1
8 Uhr morgens
2
10^{00}
3
10^{15}
4
10^{30}
5
10^{45}
6
11^{00}
7
11^{30}
8
11^{40}
9
11^{50}
10
12^{00} mittags
11
10^{45} abends
Bild des Gesichtsfeldes.
12
11^{00} abends
13
12^{15} nachts
14
12^{00} mittags

Gustav Fischer
P. Weise

Referate.

Ehrenberg, Die Bodenkolloide. (Der „Kolloide in Land- und Forstwirtschaft“ I. Teil.) Eine Ergänzung für die üblichen Lehrbücher der Bodenkunde, Düngerlehre und Ackerbaulehre. Dresden und Leipzig (Th. Steinkopf) 1915.

In dem vorliegenden Werk macht der Verf. den Versuch, unsere Kenntnis auf dem Gebiet der Kolloidchemie für die Bodenkunde zusammenzufassen, sie dem Verständnis des forschenden Land- und Forstwirts zu erschließen und dem besser Unterrichteten einen Überblick zu geben.

In einem einleitenden Abschnitt über Kolloidchemie erörtert Verf. zunächst die allgemeinen Eigenschaften der Kolloide und wendet sich dann der Bedeutung der einzelnen Kolloidgruppen (Bakterienverteilungen, kolloidale Kieselsäure, Tonerde, Eisenhydroxyd, Humuskolloide und Verbindungen dieser Kolloide untereinander, Aufschwemmungen bildende Sande, Ton u. s. f.) und deren Eigenschaften zu. In einem folgenden Hauptabschnitt wird die Wirkung der Bodenkolloide behandelt. Diese sind abhängig und werden beeinflußt von Natur- und Kulturkräften; unter den ersten sind es Witterungsverhältnisse, wie Frost, Niederschläge, Tauwetter, Sonnenschein, Wärme, Trockenheit, dann die Adsorptionskräfte, bezw. deren Betätigung gegenüber Gasen, Flüssigkeiten, gelösten Stoffen, Kolloiden und festen Stoffen. Weiter Salzwirkungen, und schließlich die Einflüsse von Pflanzen und Tieren, welche die verschiedenartigsten Folgeerscheinungen auslösen. Den Pflanzenpathologen interessiert aus diesem Kapitel einiges über Frostwirkungen auf Boden und Vegetation, über Ortsteinbildung, die Entstehung des Knicks usw., die bekanntlich vielfach die Ursache des Versagens der Kulturpflanzen bilden, über die Entstehung und Wirkung der Alkaliböden usw.

In dem zweiten Abschnitt behandelt der Autor die Bedeutung und Wirkung der Grundverbesserungen (Meliorationen), Bodenbearbeitung und Düngung in kolloid-chemischem Sinn. Hier wird der Bakteriologe manches Beachtenswerte und Anregende finden, so die von Ehrenberg gegebene Erklärung über die Bodengare. Verf. tritt hier vor allem der Auffassung entgegen, die auch noch in den neuesten Lehrbüchern zum Ausdruck kommt, daß es sich bei der Entstehung der Bodengare im wesentlichen um einen Gärungsvorgang handelt. Für den Eintritt der Gare sind vielmehr in erster Linie bodenphysikalische Zustandsänderungen unter dem Einfluß der Kolloidsubstanzen und der mechanischen Bodenbearbeitung verantwortlich zu machen. Die Mitwirkung von Kleinlebewesen als Gareerreger ist lediglich insofern erforderlich und wichtig, als diese dafür sorgen, daß Calcium- und Magnesiumsalze in ausreichender Konzentration in der Bodenlösung vorhanden sind, um die Ausflockung der Bodenkolloide zu sichern, und auch durch sich ausscheidendes kohlensaures Calcium an der Verklebung und Verkittung der einzelnen Bodenteilchen mit zu arbeiten. Gerade die auf Bakterienwirkung zurückzuführende Bildung von Salpetersäure und Kohlensäure aus Humus usw. im Boden bewirkt aber die Lösung von Kalk und Magnesium aus deren Karbonaten im Boden und bringt derart Calcium- und Magnesiumsalze in ausreichender Konzentration in die Bodenlösung.

In dem Abschnitt über Düngung sind die Entstehung des Wurzelbrandes und andere Erscheinungen berührt, die mit den bodenphysikalischen Zuständen zusammenhängen.

Die Bedeutung der Kolloidchemie für die Bodenforschung und Erklärung von Vorgängen, deren Wesen heute noch dunkel ist, ist noch nicht abzusehen. Was das uns vorliegende Buch bietet, ist eine klare Darstellung eigener Anschauungen des Verf. und umfassende geschickte Bearbeitung der bis jetzt vorhandenen Literatur. Der Verfasser verschließt sich nicht der Erkenntnis, „daß noch ein grenzenloses Gebiet zu durchmessen ist“ und so verdient sein Wunsch nach Förderung der kolloid-chemischen Forschung und Betrachtung land- und forstwirtschaftlicher Fragen gewiß warme Unterstützung. Schaffnit (Bonn).

Heinrich, R., Dünger und Düngen. Anleitung zur praktischen Verwendung von Stall- und Kunstdünger. 7. Aufl. Von **O. Nolte.** Berlin (P. Parey) 1918.

Der Geist, der den früheren Auflagen des bekannten Werkes innewohnt, ist in der ergänzten und verbesserten Neuauflage bewahrt. Im Hinblick auf seine Entstehungsgeschichte (Kreisschrift des Mecklenburgischen Patriotischen Vereins) berücksichtigt das Werkchen besonders die Mecklenburgischen landwirtschaftlichen Verhältnisse, ohne daß es dabei an Wert für die gesamte deutsche Landwirtschaft verliert.

Der 1. Abschnitt behandelt die natürlichen Düngemittel, den Stalldünger (Einfluß des Futters, Gehalt an wertvollen Bestandteilen, Einfluß der Streumaterialien, des Alters, Mittel zur Konservierung, Wirkung und Verwendung) und die Gründüngung. Der 2. Abschnitt bespricht die allgemeingebräuchlichen künstlichen Düngerstoffe, unter Berücksichtigung der im Laufe der letzten Jahre neuhinzugekommenen, ihre chemische Zusammensetzung, Anwendung und Wirkungsweise. Auch über die neue Klasse der „katalytischen Düngemittel“ ist ein Kapitel eingefügt, welches zur Vorsicht gegenüber allen Anpreisungen dieses unsicheren Hilfsdüngers mahnt. Der 3. Abschnitt gibt eine Anweisung zur Beurteilung des Düngerbedürfnisses der verschiedenen Bodenarten. Der 4. Abschnitt behandelt die rationelle Anwendung der künstlichen Düngerstoffe (Unterbringung, Stärke der Düngung und Verteilung des Düngers im Turnus der Fruchtfolge). Zum Schluß wird anhangsweise die Düngung von Wiesen und Weiden besprochen.

Wie aus der Inhaltsangabe hervorgeht, ist die Schrift trotz ihrer Kürze äußerst vielseitig und gibt dem praktischen Landwirt wertvolle Fingerzeige auf Grund der Ergebnisse wissenschaftlicher Forschung. Der landwirtschaftliche Bakteriologe allerdings wird die genügende Würdigung der mikrobiologischen Forschung für die Agrikulturwissenschaft vermissen. Ein besonderer Vorzug des Buches ist die leichtverständliche, übersichtliche Darstellung. Es steht zu erwarten, daß die Neuauflage eine günstige Aufnahme und weite Verbreitung in den dafür interessierten Kreisen findet.

A. Oelsner (Göttingen).

Briscoe, Chas. F., and **Harned, H. H.,** Bacteriological effects of green manures. (Mississippi Agric. Exper. Stat. Bull. 168. 1915. 20 pp.)

Weit besser, als dies sonst der Fall zu sein pflegt, stimmte bei den Versuchen der Verff. die Höhe der Keimzahlen sowohl mit den Mengen der der Erde beigemischten organischen Substanzen wie auch mit den Ernteerträgen in den betreffenden Vegetationsversuchen überein. Der die Gründüngerwirkung steigernde Effekt einer Stallmistbeigabe wird den darin enthaltenen Fäulnisbakterien zugeschrieben; eine gemischte Kultur solcher Arten wirkte in ganz analoger Weise. Löhnis (Washington).

Strell, Martin, Neue Wege für die Verwertbarkeit von Abwasserklärschlamm als Düngemittel. (Landw. Versuchs-Stat. Bd. 90. 1917. S. 257.)

Verf. konnte gelegentlich von Untersuchungen über den Einfluß humusartiger Substanzen auf die Nitrifikation der organischen N-Verbindungen von Abwasserklärschlamm beobachten, daß die Gegenwart von Humus den Übergang des Klärschlammstickstoffs in Nitrat und besonders in Nitrit erheblich begünstigt. Er experimentierte mit Schlammproben, welche nach dem sogenannten Huminverfahren von Hoyermann-Wellensieck in Hannover gewonnen waren. Bei diesem Verfahren ist der sich ausscheidende Schlamm in innigster Weise mit Humusstoffen durchsetzt, und hierauf dürfte die leichtere und vollständigere Nitrifikation hauptsächlich zurückzuführen sein. Vogel (Leipzig).

Guillin, Studien über die Nitrifikation der verschiedenen zu landwirtschaftlichen Zwecken angebotenen Ledersorten und des geschwefelten Rapskuchens. (Intern. agr.-techn. Rundsch. Bd. 7. 1916. S. 735—739).

Das „Chromleder" ist dem Wachstum schädlich und darf nicht als Düngemittel angesehen werden. Das in diesem Leder enthaltene Chromsesquioxyd überoxydiert sich im Boden, indem es darin die Nitrate zerstört und nach 5-monatlicher Berührung von Erde und Leder ist die Zersetzung des Leders so gering, daß die Erde, der es zugesetzt worden war, weniger Nitrate enthält als die Erde, die keine Düngung erhalten hatte. Dagegen haben die in H_2SO_4 aufgelösten Ledersorten eine bedeutende Nitrifikation gezeigt und können von den Landwirten mit Nutzen verwendet werden. Doch muß die H_2SO_4-Behandlung sehr kräftig sein, so daß keine unzersetzten Lederteile zurückbleiben. Matouschek (Wien).

Heinze, B., Einiges über die Faulhaufenerde und ihre Bedeutung als Düngemittel und allgemeines Bodenverbesserungsmittel. (Jahresb. d. Vereinig. f. angew. Botan. Jahrg. 14. 1916. S. 178—199.)

Verf. berichtet von praktischen Gesichtspunkten aus über vorteilhafte Anlage, Behandlung und Verwendung von „Faulhaufenerde" (Komposterde) als Düngemittel, Impfstoff, Bodenverbesserungsmittel, zu welcher Verwendung solche Erde, besonders in Kleinbetrieben, große Bedeutung zu beanspruchen hat. Die Hinweise auf die sich dabei abspielenden biologischen Vorgänge sind ganz allgemein gehalten; es soll darüber später eingehender berichtet werden. Rippel (Breslau).

Bruns, F., Guanol, ein neues Düngemittel. (Blätt. f. Zuckerrübenb. 1917. S. 14.)

Bei der Verarbeitung von Melasse auf Spiritus bleibt in der anfallenden Melasseschlempe der Stickstoff und das Kali der Zuckerrübe zurück. Die Nutzbarmachung dieser wertvollen Pflanzennährstoffe für Düngezwecke ist L. Wilkening in Hannover gelungen; das nach seinen Angaben hergestellte Produkt führt den Namen Guanol. Nachdem alle Versuche, die Melasseschlempe durch Vermischen mit Torfmehl in einen streubaren Dünger zu verarbeiten, ergebnislos blieben, erreichte Wilkening das erstrebte Ziel durch Beigabe von Kompostbakterien. Infolge der nunmehr eintretenden Gärung verschwand die klebrige Beschaffenheit des Materials, und es konnte durch mehrmalige Nachgabe von Schlempe eine gewisse Konzentration der Nährstoffe erreicht werden. Es entsteht so der gut streubare Dünger Guanol mit einem Gehalt von 4 Proz. N. und 11—12 Proz. K_2O.

Die bisher ausgeführten Düngungsversuche mit Guanol sprechen dafür, daß außer den in ihm enthaltenen Pflanzennährstoffen auch sein Gehalt an Bakterien in günstiger Weise auf die Erträge einwirkt. Außerdem scheint das Guanol durch Abtötung tierischer und pflanzlicher Schädlinge in bemerkenswertem Maße bodenreinigend zu wirken. Vogel (Leipzig).

Seelhorst-Voigt, Kali-Düngungsversuche. (Journ. f. Landwirtsch. Bd. 64. 1916. S. 31ff.)

Bei Versuchen in Vegetationsgefäßen zeigte es sich, daß frische Kainitdüngung die Pflanzenentwicklung stören kann. Nimmt man aber Gefäße mit durchlöcherten Böden, so leiden die Versuchspflanzen nicht, da dann die Anhäufung der Salze unterbleibt. Bei Vietsbohnen haben sich in den geschlossenen Töpfen Knöllchen an den Wurzeln nur bei Unterlassung der Kainitdüngung gebildet; in den Töpfen mit durchlochtem Boden hat die Zufuhr des Kainites den Knöllchenansatz nicht gestört. Weniger deutlich haben sich die Unterschiede beim Rotklee gezeigt. In allen Töpfen bildeten sich an den Kleewurzeln feine Knöllchen, nur sind sie in geschlossenen Töpfen mit der genannten Düngung in geringerer Menge vorhanden. Bei der Pferdebohne zeigten sich keine diesbezüglichen Verschiedenheiten.

Matouschek (Wien).

Christensen, Harald R., Kalktrangsündelsögelser. (Danmarks Geolog. Undersøgelse. Reihe III. Nr. 14. Kopenhagen 1916.)

In einer im Jahre 1910 vom Ref. im Verein mit O. H. Larsen publizierten Arbeit[1]), betreffend Untersuchungen über geeignete Methoden zur Bestimmung des Kalkbedürfnisses des Erdbodens, welche im Anschluß an eine längere Reihe (129) von Kalkversuchen (Feldversuche), die mehrere Jahre hindurch in verschiedenen Gegenden Dänemarks ausgeführt worden waren, und den Wert verschiedener Prüfungsmittel zur Ermittlung der Kalkbedürfnisse der Ackerböden (Mineralböden) festzustellen bezweckten, wurde dargetan, daß die vom Ref. angegebene kombinierte Lackmus- und Azotobakterprobe in den meisten Fällen sehr wertvolle Aufschlüsse über das Kalkbedürfnis der Mineralböden zu liefern imstande ist.

Kurze Zeit nach der Veröffentlichung obiger Arbeit wurde den Mitgliedern der dänischen landwirtschaftlichen Vereine Gelegenheit gegeben, Bodenproben im Laboratorium der staatlichen „Geologischen Untersuchung Dänemarks" gegen eine überaus mäßige Vergütung (50 Ör. = ca. 57 Pfg. pro Probe) untersuchen zu lassen, und zwar mit Beihilfe des staatlichen Laboratoriums für Pflanzenbau und unter Anleitung des Ref. — Diese Gelegenheit hat man in weitem Umfange benutzt. Im Laufe der 5 Jahre 1911/16 sind im ganzen 28562 Proben, entstammend sämtlichen Gegenden des Landes, untersucht worden, und die Zahl ist in stetiger und starker Zunahme begriffen. Die Proben werden meistens von den Konsulenten oder den Assistenten der landwirtschaftlichen Vereine entnommen, an die die Ergebnisse der Untersuchungen in allen Fällen eingesandt werden. Durch diese Anordnung ist die Möglichkeit einer sachkundigen landwirtschaftlichen Anleitung in jedem einzelnen Falle geschaffen. Die einzelnen Ackerbauer erhalten außerdem eine gedruckte Anleitung zum richtigen Verständnis der Resultate.

---

[1]) Tidsskr. f. Landbrug. Planteavl. Bd. 17. S. 407—509 u. Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Bd. 29. S. 347—380. [Originalref.]

Von den 28 562 Proben haben 15 751 — ungefähr 55 Proz. — sich so arm an basischen Kalk- (bzw. Magnesia-)verbindungen erwiesen, daß sie bei der mikrobiologischen Basizitätsbestimmung (Azotobakterprobe) keine Azotobacterentwicklung in der mit Azotobacterrohkultur geimpften, kalkfreien Mannitlösung hervorzurufen vermochten. Zufolge der oben erwähnten, im Jahre 1910 publizierten Untersuchungen dürfte die Annahme gerechtfertigt sein, daß diese Böden einer Zufuhr von Kalk bedürfen, oder doch jedenfalls auf dem Wege sind, kalkbedürftig zu werden. Die ausgesprochen sauren Mineralböden, welche einen hohen Prozentteil der gesamten Anzahl der Bodenproben ausmachen, können in fast allen Fällen als sehr kalkbedürftig angesehen werden.

Die Ackerböden Dänemarks sind demnach zum sehr großen Teile als entschieden kalkbedürftig zu bezeichnen. Die Erkenntnis dieser Tatsache hat sich dann auch immer mehr verbreitet, und die Mergelung bzw. Kalkung der Ackerböden hat dementsprechend seit mehreren Jahren einen außerordentlich großen Aufschwung genommen. Wenngleich bis jetzt nur noch verhältnismäßig wenige Landwirte Untersuchungen auf das Kalkbedürfnis hin vornehmen lassen, darf doch behauptet werden, daß diese Arbeit in nicht unerheblichem Maße zur Förderung und Regelung der immer mehr um sich greifenden Mergelungs- und Kalkungsbewegung, die die letzten Jahre kennzeichnen, beigetragen hat. Tatsache ist, daß in manchen Gegenden sozusagen alle Böden kalkbedürftig sind.

Der Prozentanteil der kalkbedürftigen Böden in den einzelnen Bezirken variiert von nicht weniger als 99 Proz. (ein landwirtschaftlicher Verein in Mitteljütland) bis 14 (landwirtschaftlicher Verein auf Seeland).

Untenstehende Übersicht zeigt eine Gruppeneinteilung nach dem Kalkbedürfnisprozent, unter Angabe der Anzahl der in den einzelnen Gruppen bestehenden landwirtschaftlichen Vereine:

Kalkbedürfnisprozent	Anzahl der landwirtsch. Vereine
90—100	7
80— 90	7
70— 80	12
60— 70	6
50— 60	11
40— 50	6
30— 40	13
20— 30	6
10— 20	4
0— 10	0

Aus obiger Übersicht geht hervor, daß das Kalkbedürfnisprozent bei nicht weniger als 26 von den 72 landwirtschaftlichen Vereinen 70 überstiegen hat, während es bei keinem derselben niedriger als 10 war. Es gibt demnach wohl kaum eine einzige Gegend in Dänemark, wo die Anstellung eingehender Untersuchungen über die Kalkbedürfnisverhältnisse als überflüssig zu bezeichnen wäre. Die meisten kalkbedürftigen Böden finden sich in den nord-, mittel- und westjütländischen Ämtern.

Harald R. Christensen (Kopenhagen).

Gisevius, Einfaches Verfahren zur Beseitigung des Stäubens bei Kalkstickstoff. (Westpr. Landw. Mitteil. Jahrg. 21. 1916. S. 215.)

Das Stäuben des Kalkstickstoffs kann durch Zugabe von Wasser und durch gutes Durchrühren beseitigt werden, so daß man den Kalkstickstoff bequem und ohne Belästigung mit der Hand streuen kann. Der Kalkstickstoff wird auf einer geeigneten Unterlage vorsichtig ausgeschüttet, mit Wasser begossen und dabei eifrig umgeschaufelt. Er nimmt eine ganz feine Körnelung an. Ist noch nicht genügend Wasser beigemischt, so haftet der Kalkstickstoff an den Fingern und färbt sie schwärzlich, ist die Wasserbeimischung eine genügende, so haftet er nicht mehr an der Hand, und die Finger bleiben sauber. W. Herter (Berlin-Steglitz).

Inhalt.

Original-Abhandlungen.

Tausz, Jenö, und **Peter, Marta,** Neue Methode der Kohlenwasserstoffanalyse mit Hilfe von Bakterien, S. 497.

Referate.

Briscoe, Chas. F., and **Harned, H. H.,** Bacteriological effects of green manures, S. 556.

Bruns, F., Guanol, ein neues Düngemittel, S. 557.

Christensen, Harald R., Kalktrangsündelsögelser, S. 558.

Ehrenberg, Die Bodenkolloide. (Der „Kolloide in Land- und Forstwirtschaft". I. Teil.) Eine Ergänzung für die üblichen Lehrbücher der Bodenkunde, Düngerlehre und Ackerbaulehre, S. 555.

Gisevius, Einfaches Verfahren zur Beseitigung des Stäubens bei Kalkstickstoff, S. 559.

Guillin, Studien über die Nitrifikation der verschiedenen zu landwirtschaftlichen Zwecken angebotenen Ledersorten und des geschwefelten Rapskuchens, S. 557.

Heinrich, R., Dünger und Düngen, S. 556.

Heinze, B., Einiges über die Faulhaufenerde und ihre Bedeutung als Düngemittel und allgemeines Bodenverbesserungsmittel, S. 557.

Seelhorst-Voigt, Kali-Düngungsversuche, S. 558.

Strell, Martin, Neue Wege für die Verwertbarkeit von Abwasserklärschlamm als Düngemittel, S. 556.

Die Herren Mitarbeiter werden höflichst gebeten, bereits fertiggestellte Klischees — falls solche mit den Manuskripten abgeliefert werden — nicht der Redaktion, sondern direkt der Verlagsbuchhandlung Gustav Fischer in Jena einzusenden.

Abgeschlossen am 7. November 1919.

Hofbuchdruckerei Rudolstadt.

Centralblatt für Bakt. etc. II. Abt. Bd. 49. No. 26.
Ausgegeben am 31. Dezember 1919.

Inhaltsverzeichnis.

I. Verzeichnis der in Band 49 enthaltenen Arbeiten.

Abderhalden, E., Die Verwendung der Gewichtszu- und -abnahme bei automatisch registrierender Wage zu Studien über Fermentwirkungen, bei denen Gewichtsveränderungen durch Aufnahme oder Abgabe von Gasen eintreten. I. Mitt. 315
—, Versuche über das Verhalten von Hefe gegenüber verschiedenen Zuckerarten in verschiedener Konzentration und über die Beeinflussung der Gärung durch Zusatz von Aminosäuren. 315
— und **Fodor, A.,** Forschungen über Fermentwirkung. I. Mitt. Studien über den fermentativen Abbau von Polypeptiden. 287
Aberson, J. H., Beiträge zur Kenntnis der physiologischen alkalischen und sauren Salze und über ihre Bedeutung für die Erklärung der sogenannten Bodenkrankheiten. [Bijdrage tot de kennis der zoogenaamde physiologisch zure en alkalische zouten en hun beteekenis voor de verklaring der „bodemziekten“.] 484
Adam s. **Neuberg, Carl.**
Ahr und **Mayr, Chr.,** Die Verluste bei der Dürrheubereitung und die Sauerfutterherstellung. 343
Arnd, Th., Zur Kenntnis der Nitrifikation in Moorböden. (Orig.) 1
Atkins, W. R. G. s. **Dixon, H. H.**

Bach, A., Kommt Peroxydase in Hefen vor? 313
Bachmann, E., Bildungsabweichungen des Lagers von Parmelia physodes (L.) Ach. Bitt. (Orig.) 131
Barthel, Chr., Beitrag zur Frage der Nitrifikation des Stallmiststickstoffes in der Ackererde. (Orig.) 382
—, Die Geißeln des Bacterium radicicola. 471
— und **Sandberg, E.,** Weitere Versuche über das Kasein spaltende Vermögen von zur Gruppe Streptococcus lactis gehörenden Milchsäurebakterien. (Orig.) 392
Bassalik, K., Über die Verarbeitung der Oxalsäure durch Bacillus extorquenz n. sp. 469
Bau, Arminius, Einige Bemerkungen über die Hefen-Carboxylase mit besonderer Berücksichtigung ihrer Haltbarkeit in Trockenhefen im Vergleiche zu anderen Hefeenzymen. 300
Beauverie, J., Quelques propriétés des ascospores de levures. Technique pour leur différenciation. 323
Beijerinck, M. D., De enzymtheorie der erfelijkheid. 319
—, Oxydation des Mangankarbonats durch Bakterien und Schimmelpilze. 470
—, The enzyme theorie of heredity. 319
Benz, G., Über fadenziehendes Brot. 337
Bericht der agrikulturchemischen Versuchsstation für die Provinz Brandenburg und des Instituts für Versuchswesen und Bakteriologie an der Königl. Landw. Hochschule Berlin. 249
Bericht über die Tätigkeit der landwirtschaftlich-chemischen Landes-Versuchs- und Samenkontrollstation in Graz im Jahre 1914. 273
Biedermann, W., Fermentstudien. 1. Mitt. Das Speichelferment. 290
—. Fermentstudien. 2. Mitt. Die Autolyse der Stärke. 291
Blackman, V. H. and **Paine, S. G.,** A recording transpirometer. 247
Blakeslee, A. F., Lindners roll-tube method of separation cultures. 247
Blanck, E., Der exakte Vegetationsversuch in seiner praktischen Ausführung. 246
Boas, F., Die Wirkung der Arsensalze auf Hefe. 300
—, Über Pilzkolonien mit spiraligem Wachstum. (Orig.) 412
Bodnár, J., Abgeänderte Wohlgemuthsche Methode zur Bestimmung der Aktivität der Amylase bei Gegenwart von Alkaloiden. 284
—, Die Zymase und Karboxylase in den Speicherungsorganen der Kartoffel und Zuckerrübe. [A zimâz és karboxilâz enzimek a burgonya és eukorrépa raktârozó szervében.] 288
Boekhout, F. W. J. und **Ott de Vries, J. J.,** Aromabildner bei der Rahmsäuerung. (Orig.) 373
Boggs, Thomas R. and **Pincoffs, M. C.,** A method for the study of morphology

and reproduction in filamentous organisms. 246
Bokorny, Th., Beitrag zur Kenntnis der chemischen Natur einiger Enzyme. 276
—, Fett in der Hefe. 339
—, Neues über Gärung. Neue Dauerhefen. 315
—, Noch einige Mitteilungen über Hefe. 338
—, Versuche über Glyzerinernährung der Hefe. 339
—, Versuche über Trockensubstanzvermehrung der Hefe in Zuckerlösungen unter Anwendung von Harn als Stickstoffnahrung. 302
—, Weitere Versuche über die Trockensubstanzvermehrung der Hefe unter Anwendung von Harnstoff als Stickstoffquelle. 305
—, Zur Kenntnis der physiologischen Fähigkeiten der Algengattung Spirogyra und einiger anderer Algen. Vergleich mit Pilzen. 321
Bonzowski, Jv., Gibt es eine Mutation bei den Hefen? 293
Bottomley, W. B., The root-nodules of Ceanothus americanus. 478
Brandt, B., Beobachtungen über Meeresleuchten. 455
—, **K.,** Über den Nitratgehalt des Ozeanwassers und seine biologische Bedeutung. 454
Brandting, K. s. **Euler, H.**
Bredemann, G., Über die quantitative Bestimmung der Brandsporen in Kleien. 335
Briscoe, Chas. F. and **Harned, H. H.,** Bacteriological effects of green manures. 556
Bronsart, Huberta von, Vergleichende Untersuchung über 3 Xylaria-Arten. (Orig.) 51
Brown, P. E. and **Kellogg, E. H.,** The determination of the sulfofying power of soils. 485
Brown, Percy Edgar, Relation between certain bacterial activities in soils and their crop-producing power. 468
Bruderlein, Jean, Contribution á l'étude de la panification et á la mycologie du maïs. 338
Bruns, F., Guanol, ein neues Düngemittel. 557
Brussoff, Alexander, Ein Beitrag zur Kenntnis der Actinomyceten. (Orig.) 97
—, Über die sogenannte Fragmentation der Actinomyceten-Hyphen. 461
Buchner, Eduard und **Reischle, Ferdinand,** Auswaschen von Invertase und Maltase aus Aceton-Dauerhefe. 287
—, und **Skraup, S.,** Ist die Enzymtheorie der Gärung einzuschränken? 296
Buchwald, J., Kriegsmüllerei und -bäckerei. 330
Burger, B. s. **Weldert, R.**
Burgess, P. S., Soil bacteriology. Laboratory manual. 467
Burkhardt, Franz, Untersuchungen über die Bekämpfung des Kornkäfers (Calandra granaria L.) mittels Cyanwasserstoff. (Orig.) 77
Burri, R., Über Versuche betreffend die bakteriologische und milchwirtschaftliche Seite der Süßgrünfutterfrage. 344
—, Zum Wiederaufleben der Preßfutterfrage. 343
— und **Staub. W,.** Beitrag zur Kenntnis der Bakterien vom Typus des Bacterium casei delta v. Freudenreich. 349

Carter, E. G. s. **Greaves, J. E.**
Chapman, A. Ch., Note on the colouring matter of red Torulae. 319
Clark, William Mansfield, „The reaction" of bacteriologic culture media. 245
Cooledge, L. H., Agglutination test as a means of studying the presence of Bacterium abortus in milk. 346
Coupin, H., Sur la résistance à la salure des Bactéries marines. 454
Court, Dorothy, Enzymatis peptolysis in germinating seeds. 287
Crabill C. H. and **Reed, H. S.,** Convenient methods for demonstrating the biochemical activitiy of micro-organisms, with special reference to the production and activity of enzymes. 283
Christensen, Harald R., Untersuchungen über das Kalkbedürfnis des Bodens. (Kalktrangsündelsögelser.) 558
Cristofoletti, U. s. **Perotti, R.**
Czadek, Fadenziehendes Brot. 338

Dixon, H. H. and **Atkins, W. R. G.,** The extraction of zymase by means of liquid air. 288
Doby, G., Die Invertase des Kartoffelkrautes. [A burgonyalevelek invertâza.] 286
Dorfmüller, G. s. **Thannhauser, S. J.**
Düggeli, M., Beitrag zur Frage über die Bedeutung der freilebenden Stickstoff fixierenden Bodenbakterien für die Ernährung der höheren Pflanzen. 475
—, Über bakteriologische Beobachtungen am Ritomsee-Wasser. 452
Durandard, La présure du Rhizopus nigricans. 290

Eddelbüttel, Die Bindung des Luftstickstoffs durch Mikroorganismen auf Grund neuerer Arbeiten umfassend dargestellt. 473
Ehrenberg, Paul, Die Bodenkolloide. (Der Kolloide in Land- und Forstwirtschaft I. Teil.) Eine Ergänzung für die üblichen Lehrbücher der Bodenkunde, Düngerlehre und Ackerbaulehre. 555

Ehrenberg, Paul, Die Bodenkolloide. Eine Ergänzung für die üblichen Lehrbücher der Bodenkunde, Düngerlehre und Ackerbaulehre. 482
Ehrlich, Felix, Über den Nachweis von Tyrosol und Tryptophol in verschiedenen Gärprodukten. 314
Ellenberger, W., Zur Frage der Zelluloseverdauung. 291
Euler, H., Über die alkoholische Gärung bei verschiedenen OH$_1$-Konzentrationen. 297
—, Untersuchungen über die chemische Zusammensetzung und Bildung der Enzyme. XIII. (Vorl. Mitt.). Über die Änderungen des Enzymgehaltes in Kefirkörnern und in Bact. lactis-acidi. 348
— und **B.,** Giftwirkung auf Enzyme in der lebenden Zelle. 284
— und **Lindner, P.,** Chemie der Hefe und der alkoholischen Gärung. 296
— und **Löwenhamm, E.,** Untersuchungen über die chemische Zusammensetzung und Bildung der Enzyme. 284
—, **Ohlsén, Hj.** und **Johansson, D.,** Über Zwischenaktionen bei der alkoholischen Gärung. 299
— und **Svanberg, O.,** Über die Einwirkung von Natriumphosphat auf die Milchsäuregärung. 346
—, —, **Hallberg, G.** und **Brandting, K.,** Zur Kenntnis der Zymophosphatbildung bei der alkoholischen Gärung. 316
— und **Tholin, T.,** Über die Phosphatwirkung auf die alkoholische Gärung bei verschiedenen OH-Konzentrationen. 298

Färber, Eduard s. **Neuberg, Carl.**
—, Zur Frage der Oxydationswirkungen von Hefen. 297
Fehlmann, J. W., Die Bedeutung des Sauerstoffes für die aquatile Fauna. 451
—, Die Selbstreinigung der Gewässer und die biologische Reinigung städtischer Abwässer. 459
Fernbach et **Schoen,** Nouvelles observations sur la production de l'acide pyruvique par la levure. 314
Filter s. **Foerster.**
Fischer, H., Das Problem der Stickstoffbindung (Festlegung des Luftstickstoffs) bei niederen Pflanzen. 472
—, Über Denitrifikation in Teichen und ihre praktische Bedeutung. 461
—, Über die Leistungsfähigkeit luftstickstoffsammelnder Bakterien für die Land- und Teichwirtschaft. 473
—, Nitragin-Impfung zu Nicht-Leguminosen. 477
—, **Herm.,** Beiträge zur Ernährungsphysiologie der Wasserpflanzen. 452
Fodor, A. s. **Abderhalden, E.**
Foerster und **Filter,** Bericht der Landwirtschaftlichen Kontrollstation Berlin über die Tätigkeit im Jahre 1915. 249
Fornet, A. s. **Herter, W.**
Fosse, R., Présence simultanée de l'urée et de l'uréase dans le même végétal. 288
Fruwirth, Der Einfluß von Hülsenfrüchten auf gleichzeitig neben ihnen erwachsende Gräser. 479
Füger, Aug., Bericht über die Tätigkeit der k. k. landwirtschaftlichen Versuchsanstalt in Spalato im Jahre 1915. 274
—, Desgl. im Jahre 1916. 275

Gainey, P. L. and **Gibbs, W. M.,** Bacteriological studies of a soil subjected to different systems of cropping for twenty-five years. 468
Gassner, Gustav, Untersuchungen über die Sortenempfänglichkeit von Getreidepflanzen gegen Rostpilze. (Orig.) 185
Gast, W., Quantitative Untersuchungen über den Kohlehydratstoffwechsel im Laubblatt. 292
Gaugusch, J., Die Mehlfeinde. 334
Gemünd, W., Über die Selbstreinigung des Wassers durch Protozoën mit besonderer Berücksichtigung des biologischen Klärprozesses. 459
Gertz, Otto och **Naumann, Einar,** Vegetationsfärbungen in älteren Zeiten. I. Biologisch-historische Notizen. (Vegetationsfärgningar i äldre tider. I. Biologiskt-historiska notiser.) 445
Gibbs, W. M. s. **Gainey, P. L.**
Giltner, Ward and **Langworthy, H. Virginia,** Some factors influencing the longevity of soil microorganisms subjected to desiccation, with special reference to soil solution. 469
Gisevius, Einfaches Verfahren zur Beseitigung des Staubens bei Kalkstickstoff. 559
Greaves, J. E., Stimulating influence of arsenic upon the nitrogen fixing organisms of the soil. 476
— and **Carter, E. G.,** Influence of barnyard manure und water upon the bacterial activities of the soil. 476
Guillermond, A., Monographie des levures rapportées d'Afrique occidentale par la Mission Chevalier. 293
Guillin, Studien über die Nitrifikation der verschiedenen zu landwirtschaftlichen Zwecken angebotenen Ledersorten und des geschwefelten Rapskuchens. 557
Gully, Eugen, Das Nitritzerstörungs- und Nitritbildungsvermögen der Moorböden. 481
Guyot, Henry, La Gentiana lutea L. et sa fermentation. 327

Hägglund, E., Über den Einfluß des elektrischen Wechselstromes auf die Gärung der lebenden Hefe. 295

Hägglund, E., Über die gärungshemmende Wirkung der Wasserstoffionen. 314
Hallberg, G. s. **Euler, H.**
Hansen, A. s. **Kerner von Marilaun, A.**
Harden, Arthur and **Norris, Roland V.,** The enzymes of washed zymin and dried yeast. II. Reductase. 315
— und **Zilva, S. S.,** The enzymes of washed zymin and dried yeast. III. Peroxydase, Catalase, Invertase and Maltase. 316
Harned, H. H. s. **Briscoe, Chas. F.**
Hasterlik, Alfred, Kämpfe im Getreidespeicher. 333
Hedicke, H., Herbarium tierischer Fraßstücke. 248
Heinrich, J. O., Luzerneimpfversuche am Hawkesbury agricultural college, N.-S.-Wales, in den Jahren 1912—1916. 478
—, **R.,** Dünger und Düngen. 556
Heinze, B., Die Fettbildung durch niedere pflanzliche Organismen und ihre gewerbliche Verwertung. 301
—, Einiges über die Faulhaufenerde und ihre Bedeutung als Düngemittel und allgemeines Bodenverbesserungsmittel. 557
—, Einiges über die Massengewinnung von Hefe als sog. Mineralhefe und ihre volkswirtschaftliche Bedeutung als Nahrungs- und Futtermittel. 316
Heise, R., Über die Einwirkung von Ozon auf Mikroorganismen und künstliche Nährsubstrate, als Beitrag zur Kenntnis der Ozonwirkung in Fleischkühlhallen. 328
Henneberg, W., Kohlrübensauerkraut. 340
Hentschel, Ernst, Biologische Untersuchungen über den tierischen und pflanzlichen Bewuchs im Hamburger Hafen. 448
—, Ergebnisse der biologischen Untersuchungen über die Verunreinigung der Elbe bei Hamburg. 456
Herter, W. und **Fornet, A.,** Studien über die Schimmelpilze des Brotes. (Orig.) 148
Herwerden, M. A. von, Über die Natur und die Bedeutung von Volutin in den Hefezellen. 320
Hiltner, Kann eine Nitraginimpfung auch bei Nichtleguminosen die Stickstoffdüngung ersetzen? 477
Hoffmann, J. F., Die Vertilgung des Kornkäfers. 332
Huss, H., Brandpilzhaltiges Weizenmehl. [Brandsvamphaltigt vetemjol.] 335

Jablonowski, József, 38 Jahre aus dem Leben der kgl. ungar. Entomolog. Station. [Harmincznyolcz év. am. kir. Rovartani Allomás életéböl.] 275
Jacobsen, H. C., Die Oxydation von Schwefelwasserstoff durch Bakterien. 484
Jantzon s. **Völtz.**
Johansson, D. s. **Euler, H.**
Istvánffi, Gy. von, Das Auftreten der Blattfallkrankheit des Weinstocks in Ungarn, nach Untersuchungen von Dr. F. Savoly. 95
Juel, O., Dr. Eliassons „Index fungorum exsiccatorum". 248
Jülg, E., Über das angebliche Vorkommen von Baktorien in den „Wurzelknöllchen" der Rhinanthaceen. 479

Keller, Fr., Quantitative Untersuchungen über enzymatische Wirkungen der Reiskleie. 289
Kellogg, E. H. s. **Brown, P. E.**
Kerner von Marilaun, A., Pflanzenleben. 3. Auflage. Neubearb. von A. Hansen. 243
Kirchner, E., Maßnahmen gegen Selbstentzündung von frischem Heu. 345
Kißkalt, K., Untersuchungen über Trinkwasserfiltration. 429
Klein, W., Über die Bestimmung des Alkoholgehaltes gärender Flüssigkeiten durch Messung ihrer Oberflächenspannung. 323
Klöcker, Alb., Recherches sur les organismes de fermentation. III. Observations relatives á la conservation d'organismes de fermentation dans des milieux nutritifs. 299
Koch, A., Nitragin, N-Kulturen und Nitraginkompost. 477
—, Stickstoffversorgung in der Kriegszeit. 475
Kolkwitz, R., Über die Schwefelbakterien-Flora des Solgrabens von Artern. 453
Kondelka und **Zikes,** Beitrag zur Bestimmung des Endvergärungsgrades in Bier und Würze. 324
Kornauth, K., Bericht über die Tätigkeit der k. k. landw. bakteriologischen und Pflanzenschutzstation in Wien im Jahre 1914. 252
—, Bericht über die Tätigkeit der k. k. landwirtschaftlich-bakteriologischen und Pflanzenschutzstation im Jahre 1916. 269
—, Tätigkeitsbericht der k. k. landw.-bakteriologischen und Pflanzenschutzstation in Wien über das Jahr 1915. 253
Kossowicz, Alex., Die Sterilisation der Fleischkonserven und die Betriebskontrolle in den Fleischkonservenfabriken. II. 329
Kranz, W., Über Boden-Filtration, Lage und Schutz von Wasserfassungen mit besonderer Berücksichtigung militärischer Erfordernisse. 448
Kühl, Hugo, Dextriniertes Brot. 336
—, Die bakteriologische Untersuchung des Trinkwassers. 445
Kürsteiner, J., Erfahrungen bei der Herstellung und Verwendung der vom Käser

selbst gezüchteten Milchsäurebakterienkultur (Käsereikultur) im Jahre 1917. Dritter Bericht. 349
Kürsteiner, J., Ist die Milch aus Ställen, in welchen den Kühen konserviertes Gras, sogenanntes Süßgrünfutter, verabreicht wird, für die Herstellung von Emmentaler Käse tauglich? 346
Kugl, Jos., Brotfehler und ihre Ursachen. 337
Kurono, K., Über die Bedeutung des Oryzamins für die Ernährung der Gärungsorganismen. I. 313

Langworth, H. Virginia s. **Giltner.**
Lehmann, R., Caragheen als Nährboden für Bakterien und Pilze an Stelle von Agar. (Orig.) 425
Leick, E., Die Stickstoffnahrung der Meeresalgen. 481
Lemcke, Alfred, Der schwarze Kornwurm, Kornkrebs oder Klander. 334
Letellier, A., Etude sur le Bacterium pseudaceti (Mig.) et son involution. 472
Levite s. **Neuberg, Carl.**
Lichtenstein, Stefanie s. a. **Pringsheim, Hans.**
—, Über die Differenzierung einzelner Hefearten mit Hilfe spezifischer Agglutine. 292
Lieske, Rudolf, Zur Ernährungsphysiologie der Eisenbakterien. (Orig.) 413
Lindner, P. s. **Euler, H.**
—, **Paul,** Das Gaslichtpapier als Ersatz für die Glasplatten bei mikrophotographischen Aufnahmen. 247
Lockett, W. T., Oxidation of thiosulphate by certain bacteria in pure culture. 464
Löwenhamm, E. s. **Euler, H.**

Macrinov, J. A., Sur un noveau microorganisme provoquant la fermentation de l'amidon et des substances pectiques. 285
—, Ergebnisse der Versuche in Rußland 1915 mit dem Präparat des bakteriologischen Laboratoriums des Landwirtschaftsministeriums zur Bakterienimpfung des Bodens. 474
Marshall, Charles E., The technical application of microorganisms to agriculture. 468
Martell, P., Mehl- und Getreideschädlinge. 330
Masterman, A. T. und **Schneider, M.,** Sterilisation lebender Miesmuscheln. 346
Mayer, A. s. **Moufang, E.**
Mayr, Chr. s. **Ahr.**
McCrady, M. H., The numerical interpretation of fermentation tube results. 247
Meyer, D., Ein Einsäuerungsversuch mit Rübenschnitzeln unter Verwendung von Milchsäurebakterien. 342
Minder, Leo, Zur Hygiene des Züricher Süßwasserwerkes. 447
Miyoshi, M., Über das Leuchtwasser und dessen Schutz in Japan. 452
Molisch, Hans, Biologie des atmosphaerischen Staubes (Äeroplankton). 465
Molliard, Rôle catalytique du nitrate de potassium dans la fermentation alcoolique producté par le Sterigmatocytis nigra. 318
Moufang, E. und **Mayer, A.,** Zur Kenntnis eines aus der Bierhefe hergestellten neuen Körpers „Testilupin". 320
Müller, Karl, Rebschädlinge und ihre neuzeitliche Bekämpfung. 93

Namyslowski, B., Les microorganismes des eaux bicarbonatées et salines en Galicie. 453
Naumann, Einar s. **Gertz, Otto.**
Neger, F, W., Die Verderbnis der Eier, ihre Ursachen und Erkennung. 340
Nelson, B. E., Unmittelbare mikroskopische Zählung von Bakterien im Wasser. 446
Neuberg, Carl, Über eine allgemeine Beziehung der Aldehyde zur alkoholischen Gärung nebst Bemerkung über das Koferment der Hefe. 320
— und **Färber, Eduard,** Über den Verlauf der alkoholischen Gärung in alkalischen Lösungen. 298
—, —, Über das Vorkommen emulsinartiger, von den Hefezellen abtrennbarer Fermente in den untergärigen Hefen sowie das Fehlen von Myrosin in Berliner Ober- und Unterhefen. 296
—, —, **Levite, Adam** und **Schwenk, Erwin,** Über die Hexosediphosphorsäure, ihre Zusammensetzung und die Frage ihrer Rolle bei der alkoholischen Gärung sowie über das Verhalten der Dreikohlenstoffzucker zu Hefen. 311
— und **Schwenk, Erwin,** Veränderungen im Alkohol- und Aldehydgehalt von Hefen bei der Aufbewahrung und bei der Autolyse. 317
Newton, E. B. s. **Weinzirl, John.**
Nolte, Otto, Über Denitrifikation bei Gegenwart von schwer zersetzlichen organischen Substanzen. (Orig.) 182
Norris, Roland V. s. **Harden, Arthur.**
Nußberger, Gustav, Beitrag zur Kenntnis der Quellenverhältnisse Graubündens und zur Beurteilung von Trinkwasser. 431
Oberstein, Breslau, Über das Auftreten von Thersilochus morionellus Holmgren als natürlicher Feind des Rapsglanzkäfers (Meligethes aeneus F.) in Schlesien. (Orig.) 91
Ohlsén, Hj. s. **Euler, H.**
Omelianski, V. S. und **Solunskoff, M.,** Über die Beziehungen zwischen der Stickstoffbindung und dem Verbrauch

der nicht stickstoffhaltigen organischen Substanzen durch die stickstoffbindenden Bakterien. 473

Omelianski, F. S., und **Solunskoff, M.,** Über die Bindung des atmosphärischen Stickstoffs durch Mischkulturen. 473

—, —, Über die Physiologie und Biologie der stickstoffbindenden Bakterien. 473

—, —, Über die Verteilung der stickstoffbindenden Bakterien in den russischen Böden. 473

Ott de Vries, J. J. s. **Boekhout, F. W. J.**

Paine, S. G. s. **Blackman, V. H.**

Patzschke, W., Über die Widerstandsfähigkeit von Bakterien gegenüber hohen Temperaturen und dasLobeckscheMilch-Biorisierungsverfahren. 247

Perotti, R., Beitrag zur Kenntnis der Physiologie des Mycoderma vini. 327

— und **Cristofoletti, U.,** Bedeutung der Buttersäuregärung für die Brotbereitung in der Provinz Rom. 336

Peter, Marta s. **Tausz, Jenö.**

Peyronel, B., I germi atmosferici dei funghi con micelio. 465

Pfeiffer, Th., Kruziferen und Gramineen hinsichtlich der Ausnutzung des Stickstoffes im Ackerboden. 477

Pichler, Friedr., Das Aeroplankton von Wien. 464

Piekarski, Andreas, Untersuchungen über die Erhaltung und Umwandlung des Stickstoffs im Rinderharn. 479

Pincoffs, M. C. s. **Boggs, Thomas, R.**

Precht, H., Die Abwässer aus der Kaliindustrie in Hinsicht auf die Volkswirtschaft und Ernährung. 457

Pringsheim, Hans und **Lichtenstein, Stefanie,** Über kristallisierte Dextrine aus Glykogen. 285

Programm und Jahresbericht der k. k. höheren Lehranstalt für Wein- und Obstbau in Klosterneuburg, veröffentlicht am Schluß des Schuljahres 1914/15 von der Direktion. 271

Reed, H, S. s. a. **Crabill, C. H.**

—, A manuel of bacteriology for agricultural and general science students.467

Reischle, Ferdinand s. **Buchner, Eduard.**

Report on the progress of agriculture in India for 1912—13. 275

Reum, W., Gefährdung von Insektensammlungen durch den Schimmelpilz.248

Riehm, E., Entgegnung auf die Richtigstellung von Dr. E. Voges. 144

Ripper, Maximilian, Bericht über die Tätigkeit der k. k. landw. chemischen Versuchsstation in Görz im Jahre 1917. 270

—, —, Bericht über die Tätigkeit der k. k. landw. chemischen Versuchsstation Görz im Jahre 1915. 271

Rößler, R., Über Diastase. 286

Rogers, L. A., The preparation of dried cultures. 244

Roth, O., Hygienische Betrachtungen über den Reinheitszustand der Limmat von Zürich bis Wettingen mit besonderer Berücksichtigung des Einflusses der Abwässer der Stadt Zürich. 457

Ruehle, G. L. A., Recent methods of bacterial air analysis. 464

Sabachnikov, A., Schädlicher Einfluß des Stalldüngers auf den Stickstoffhaushalt des Bodens. 471

Sachse, Marg., Untersuchungen über die Bedeutung des Coli-Nachweises im Wasser und der Eijkmanschen Methode. 446

Sandberg, E. s. **Barthel, Chr.**

Sandelin, A. E., Untersuchung eines aus Rahm isolierten Säure-Labbildenden Bazillus (Bacillus coagulans n.sp.).(Orig.)115

Schaffnit, E., Die wichtigsten Speicherschädlinge und ihre Vernichtung. 330

Schataloff, W. s. **Zaleski, W.**

Schmidt,Hugo, Cecidologisches Herbar. 247

—, Fraßstück-Herbar. 247

—, Herbar pflanzenschädlicher Pilze. 247

—, Minen-Herbar. 247

Schneider, M. s. **Masterman, A. T.**

Schoen s. **Fernbach.**

Schulz, Ferdinand, Untersuchungen über die Abwässer der Zuckerfabriken. 458

Schwenk, Erwin s. **Neuberg, Carl.**

von Seelhorst-Voigt, Kali-Düngungsversuche. 558

Sewell, M. C., Soil bacteria. 468

Simon, J., Über Bakterien und andere Kleinwesen als Freunde und werktätige Mitarbeiter des Gärtners. 466

Skene, M., A contribution to the physiology of the purple sulphur bacteria. 484

Skraup, S. s. **Buchner, E.**

Slaus-Kantschieder, Johann, Bericht über die Tätigkeit der k. k. landw. Lehr- und Versuchsanstalt in Spalato im Jahre 1914. 273

Söhngen, N. L., Über reduzierende Eigenschaften der Essigbakterien. 318

Solunskoff, M. s. **Omelianski, V. S.**

Somogyi, R., Über den Einfluß von Katalysatoren (Alkaloiden und Farbstoffen usw.) auf die Hefegärung. 312

Stange, Herbert, Reduktion und alkoholische Gärung. 297

Staub, W. s. **Burri, R.**

Stift, A., Über im Jahre 1916 veröffentlichte bemerkenswerte Arbeiten und Mitteilungen, auf dem Gebiete der tierischen und pflanzlichen Feinde der Zuckerrübe. (Orig.) 257

—, Über im Jahre 1917 veröffentlichte bemerkenswerte Arbeiten und Mitteilungen auf dem Gebiete der tierischen und pflanzlichen Feinde der Zuckerrübe. (Orig.) 433

Stoklasa, Julius, Zur Bekämpfung der Mehl- und Getreideschädlinge. 332

Strell, Martin, Neue Wege für die Verwertbarkeit von Abwasserklärschlamm als Düngemittel. 556

Stutzer, A., Untersuchungen über die Wirkung gewisser Arten von Milchsäurebakterien auf Eiweiß und andere Stickstoffverbindungen. 343

Svanberg, O. s. **Euler, H.**

Takamine, Jokichi, Enzymes of Aspergillus oryzae and the application of its amyloclastic enzyme to the fermentation industry. 289

Tausz, Jenö und **Peter, Marta,** Neue Methode der Kohlenwasserstoffanalyse mit Hilfe von Bakterien. (Orig.) 497

Thannhauser, S. J. und **Dorfmüller, G.,** Experimentelle Studien über den Nucleïnstoffwechsel. IV. Mitt. Über den Aufbau des Hefenucleïnsäuremoleküls und seine gleichartige Aufspaltung durch milde ammoniakalische und fermentative Hydrolyse. 313

Thaysen, A. C. s. **Thöni, J.**

Thöni, J. und **Thaysen, A. C.,** Versuche zur Herstellung von spezifisch wirkenden Getreideantiseris für den Nachweis von Mehlverfälschungen. 334

Tholin, T, s. **Euler, H.**

Thomas, P., Sur les rapports des substances protéiques de la levure avec la sucrase. 301

Urban, K., Einrichtung zum Züchten von Milchsäurebakterien zum Impfen von Rübenschnitzeln. 342

Vansteenberge, Paul, L'autolyse de la levure et l'influence de ses produits de protéolyse sur le développement de la levure et des microbes lactiques. 317

Vedder, Edward, B., Starch agar, a useful culture medium. 246

Völtz, Regeln für die Sauerfutterbereitung. 343

— und **Jantzon,** Die Konservierung der Futterrüben und der Rübenblätter durch wilde Säuerung und durch Reinkultursäuerung. 341

Vogel, Eine Senkspindel zur raschen und einfachen Ermittlung des Stickstoffgehaltes der Jauche. 480

—, Einige Versuche mit N-Kulturen. 477

Voigt s. **von Seelhorst.**

Wahl, B., Über die Blausäuredesinfektion von Mühlen. 333

Ward s. **Giltner.**

Watermann, H. J., Die Stickstoffnahrung der Preßhefe. 316

Wehmer, C., Praktische Sammlungskästen und Schränke für Mikroorganismen-Reinkulturen. 248

Wehmer, C., Verlust des Oxalsäure-Bildungsvermögens bei einem degenerierten Aspergillus niger. (Orig.) 145

Weinzirl, John and **Newton, E. B.,** The fate of bacteria in frozen meat held in cold storage and its bearing on a bacteriological standard for condemnation. 328

Weiß, J. E., „Herbarium pathologicum". 247

Weldert, R. und **Burger, B.,** Beiträge zur Anwendung des Chlors bei der Desinfektion von Wasser und Abwasser. 461

Whipple, Melville, C., The result of studies upon the dust and bacteria content of the air of citys. 466

Wilhelm, Julius, Übersicht über die biologische Beurteilung des Wassers. 426

Will, H., Das mikroskopische Bild der Hefen von Kriegsbieren und die Schlußfolgerungen aus jenem. 323

—, Einige Beobachtungen über den Einfluß von Schüttelbewegung auf die Haltbarkeit des Bieres in biologischer Hinsicht. 325

Witkowskij, N., Mehl- und Getreideschädlinge in der Provinz Jekaterinoslaw. Beobachtungen im Jahre 1915. 331

Witte, Die Trinkwasseruntersuchung im Felde. Eine Anleitung für Oberapotheker und einjährig-freiwillige Militärapotheker 428

Wittmann, Joh., Analyse eines Abwassers von einem Magnesitwerk. 458

Zaleski, W, und **Schataloff, W.,** Beiträge zur Kenntnis der Eiweißumwandlung in der Hefe. II. Über den Einfluß des Mediums auf den Eiweißabbau der Hefe. 301

Zikes s. a **Kondelka.**

—, **Heinrich,** Brauwasseranalysen und eine neue, sehr empfindliche Untersuchungsmethode auf Würzeschädlinge im Brauwasser. 326

—, Über den Einfluß der Konzentration der Würze auf die Biologie der Hefe. (Orig.) 174

—, Über den Einfluß der Temperatur auf verschiedene Funktionen der Hefe. (Orig.) 353

—, Über den gestaltbildenden Einfluß der Temperatur auf Gärungsorganismen. 295

Zilva, S. S. s. **Harden, Arthur.**

Zimmermann, H., Bericht der Hauptsammelstelle für Pflanzenschutz in Mecklenburg Schwerin und Mecklenburg Strelitz für das Jahr 1915. 250

Zimmermann, H., Selbsterhitzung und Selbstentzündung von Hafer. 345

Zscheyge, Liegen neue Erfahrungen über die Haltbarkeit mit Reinkulturen eingesäuerter Schnitzel vor? 342

II. Namen- und Sachverzeichnis.

Aaskäfer s. a. Blitophaga opaca, Phosphuga atrata und Silpha atrata.
—, Biologie und Bekämpfung. 258
Abies, Pollen, Nachweis in Luft. 464
Abrothallus cetrariae, Gallenbildung an Cetraria glauca. 131
Abwasser, Desinfektion mit Chlor. 463
—, Einleitung ins Meer, Bedeutung des Süßwasservorfluters. 427
—, Klärschlamm, Verwendung als Düngemittel. 556
—, Magnesium-haltiges, Schädlichkeit. 458
— von Zuckerfabriken, Untersuchung. 458
Acarus farinae, Vorkommen in verdorbenem Mehl. 335
Acer negundo, Knospensucht. 272
— pseudoplatanus, Gallenbildung durch Pediaspis aceris. 272
Aceton-Dauerhefe, Invertase, Auswaschen. 287
— —, Maltase, Auswaschen. 287
Achnanthes brevipes, Vorkommen in salzhaltigem Wasser. 453
— lanceolata, Vorkommen in kalkhaltigem Wasser. 453
— microcephala, Vorkommen in kalkhaltigem Wasser. 453
Acineta, Wuchsform. 449
Actinonema rosae, Herbarmaterial. 247
Actinomyces cloacae n. sp., Beschreibung. 98, 106
— — — —, Entwicklung, Bedeutung der Reaktion des Nährbodens. 104
— — — —, Isolierung. 97
Actinomyceten, Hyphen, Fehlen der Fragmentation. 112, 461
Adoxus vitis, Schädling vom Weinstock. 94
Älchen, Schädlinge von Reis. 276
Aeoloplus bruneri, Schädling von Zuckerrüben in Amerika. 257
Aesculus, Haare, Nachweis in Luft. 464
Aethylamin, N-Quelle für Bakterien und Hefe. 322
Agar, Ersatz durch Caragheen. 425
Agriolimax agrestis, Schädling von Zuckerrüben. 438
Agriotes, Schädling vom Weinstock. 275
— lineatus, Schädling von Zuckerrüben, Bekämpfung. 257
— obscurus, Schädling von Zuckerrüben, Bekämpfung. 257
— ustulatus, Vorkommen auf Zuckerrüben. 258
Agromyza impatientis, Fraßbild an Impatiens parviflora, Herbarmaterial. 248
Agrotis pronuba s. Tryphaeus pronuba.
— segetum, Schädling von Gemüsepflanzen. 251
— —, — der Kartoffel. 251
— —, — von Rüben. 250
— —, — — Zuckerrüben. 259
Agrotis tritici, Schädling vom Weinstock. 252, 275
— ypsilon, Bekämpfung. 276
Ahorn, Schädigung durch Rhytisma acerinum. 251
Akazie, Schädigung durch Lecanium corni. 270
Aldehyde, Wirkung auf Alkoholgärung. 320
—, — — Enzyme. 279
Alectorolophus, Haustorien, bakteriologische Untersuchung. 479
Algen, ernährungsphysiologische Untersuchung. 321
—, Meeres-, Stickstoffnahrung. 481
Alkaloide, Wirkung auf Hefewachstum. 312
Alkohol, Wirkung auf die Entwicklung von Mycoderma vini. 327
—, — — — Proteolyse der Hefe. 301
Allantoin, C-Quelle für Bakterien. 322
Alnus, Pollen, Nachweis in Luft. 464
Alpenveilchen, Schädigung durch Otiorhynchus sulcatus. 251
Alternaria, Nachweis in Luft. 464
— tenuis, Nachweis in Luft. 466
Amaryllis, Schädigung durch Merodon equestris. 253
Ameisen, Fernhalten durch Insektenleim 274
Aminosäure, Wirkung auf Hefegärung. 315
Amisidin, C- und N-Quelle für Pilze. 322
Ammoniak, Bindung durch Enzyme. 280, 281
Ammoniakgehalt des Bodens, Bedeutung des Düngers. 476
Ammonisation in Hochmoorböden, Wirkung von Kalk. 21
Ampfer, Verwendung zur Futtermittelverfälschung. 249
Amphimonas angulatus, Entwicklungsgang. 453
— polymorphus, Entwicklungsgang. 453
Amphora salina, Vorkommen in salzhaltigem Wasser. 453
Amygdalase, Nachweis in Trockenhefe. 301
—, Vorkommen in untergäriger Hefe. 296
Amygdalin, Assimilierung durch Hefe. 322
Amylase, Aktivität, Bestimmung bei Gegenwart von Alkaloiden. 284
—, Vorkommen in Takadiastase. 289
Ananas sativa, Nachweis von Peptase. 287
Anilin, Bekämpfungsmittel gegen Speicherschädlinge 330
Anisandrus dispar, Schädling vom Johannisbeerstrauch. 252
Anthomyia antiqua, Schädling von Zwiebeln. 251
— brassicae, Schädling von Gemüsepflanzen. 251
— conformis, Biologie und Bekämpfung. 260

Anthomyia conformis, Opius nitidulator natürlicher Feind. 260
— —, Schädling von Zuckerrüben. 259. 437
— funesta, Schädling von Lupinen. 251
Anthonomus cinctus, Schädling vom Weinstock. 275
— pomorum, Schädling vom Weinstock. 275
Anthophya vegetans, Vorkommen im Elbwasser. 456
Antimycel, Wirkung auf die Keimfähigkeit des Weizens. 250
Apfelbaum, Milchglanz. 272
—, Schädigung durch Aphis mali. 274
—, — — Carpocapsa pomonella. 251
—, — — Grapholitha variegana. 251
—, — — Schizoneura lanigera. 274
—, Stammißbildung. 272
—, Xenienbildung. 272
Apfelmehltau, Bekämpfungsversuche. 269
Apfelwickler, Bekämpfungsversuche mit Saxoniableiarseniat. 254
Aphanomyces laevis, Erreger des Wurzelbrandes der Zuckerrüben. 440
Aphiden, Bekämpfungsversuche. 274
Aphis evonymi s. a. Blattlaus, schwarze.
— —, Bekämpfungsversuche mit Chlorphenolquecksilber. 259
— mali, Schädling vom Apfelbaum. 274
— —, — — Birnbaum. 274
— papaveris, Bekämpfung. 438
— —, Schädling von Bohnen. 251
Aporia crataegi, Schädling vom Weinstock. 275
Arbutin, Spaltung durch Oberhefe. 296
Arecapalme, Schädigung durch Phytophthora omnivora. 276
Arge berberidis, Fraßbild an Berberis, Herbarmaterial. 248
Arsenpräparate, Bekämpfungsmittel gegen Blitophaga opaca. 433
—, — — Erdraupen. 434
—, — — Feldmäuse. 433
—, — — Peridroma margaritosa. 436
Arsensalze, Wirkung auf Hefe. 300
Arsenverbindungen, Wirkung auf die Stickstoffbindung im Boden. 476
Asparagin, C- und N-Quelle für Pilze. 322
Asparaginsäure, C-Quelle für Pilze. 322
Aspergillus, Vorkommen in Maismehl. 338
—, Wuchsform, Bedeutung der Temperatur. 295
— candidus, Beschreibung. 166
— —, Nachweis in Luft. 464
— —, Vorkommen auf Brot. 148
— —, Wachstum, Wirkung der Temperatur. 160
— flavus, Beschreibung. 166
— —, Vorkommen auf Brot. 148
— —, Wachstum, Wirkung der Temperatur. 159
— fumigatus, Beschreibung. 167
— —, Vorkommen auf Brot. 148
Aspergillus fumigatus, Wachstum, Wirkung der Temperatur. 159
— glaucus, Abtötung durch Blausäure. 332
— —, Aufbewahrung in Zuckerlösungen. 300
— —, Beschreibung. 167
— —, Nachweis in Luft. 464
— —, Vorkommen auf Brot. 148
— —, — in Müllereiprodukten. 153
— —, Wachstum auf Brot, Wirkung der Feuchtigkeit. 157
— —, —, Wirkung der Temperatur. 159
— nidulans, Beschreibung. 168
— —, Fütterungsversuche. 151
— —, Vorkommen auf Brot. 148
— —, Wachstum, Wirkung der Temperatur. 160
— niger, Beschreibung. 168
— —, degenerierter, Gärvermögen. 147
— —, Fehlen von Konidienträgern. 145
— —, Nachweis in Luft. 464
— —, — von Peptase. 287
— —, Verlust des Oxalsäure-Bildungsvermögens. 145
— —, Vorkommen auf Brot. 148
— —, Wachstum, Wirkung der Temperatur. 159
— ochraceus, Vorkommen auf Brot. 148
— oryzae, Enzyme, Untersuchung. 289
Athalia spinarum, Schädling vom Weinstock. 275
Aulax, Gallenbildung an Cirsium arvense. 250
Avena, Pollen, Nachweis in Großstadtluft. 464
Azotobacter, Stickstoffbindung im Boden. 468. 475
— chroococcum, Symbiose mit Clostridium pasteurianum. 474
Azotogen, Impfung des Bodens. 466

Bachstelze, natürlicher Feind der Drahtwürmer. 434
Bacillus betae, Beziehung zu B. bussei. 443
— bulgaricus, Kulturen, Trocknung. 245
— bussei, Beziehung zu B. betae. 443
— —, Erreger der Rübenschwanzfäule der Zuckerrübe. 443
— butyricus, Wirkung auf die Qualität des Brotes. 336
— coagulans n. sp., Koagulierung von Milch. 121. 124
— — — —, Isolierung. 116
— — — —, Morphologie. 116
— — — —, Wachstum auf verschiedenen Nährböden. 118
— — — —, Widerstandsfähigkeit gegen hohe Temperatur. 124
— cucumeris fermentati, Säuerung von Futterrüben. 341. 343
— delbrücki, Verwendung zur Säuerung von Kohlrüben. 340
— enteritidis, Wachstumserscheinungen. 446

Bacillus extorquens n. sp., Zersetzung von Oxalaten 469
— fluorescens, Wirkung von schwefelwasserstoffhaltigem Wasser. 453
— lacerans, Erreger der Rübenschwanzfäule der Zuckerrübe. 443
— lactis acidi, Säuerung von Futterrüben. 341
— levans, Verwendung zur Gärung von Maismehlbrot. 338
— manganicus n. sp., Oxydation von Mangankarbonat. 470
— mazerans, Vergärung von Glykogen. 286
— —. — — Stärke, Untersuchung. 285
— mesentericus, Widerstandsfähigkeit gegen Hitze. 163
— — vulgatus, Abtötung durch Blausäure. 332
— nitrosus, Nitritbildung im Boden, Wirkung auf Hafer. 484
— paratyphi, Wachstumserscheinungen. 446
— radicicola, Stickstoffbindung. 468
— subtilis, Abtötung durch Blausäure. 332
— tumefaciens, Gallenbildung an Zuckerrüben. 253
— typhi, Wachstumserscheinungen. 446
Bacterium abortus, Nachweis in Milch mit Agglutination. 346
— aceti, Zellform, Wirkung der Temperatur. 295
— aliphaticum, Bildung von Katalase. 524
— — n. sp., Diastasebildung. 522
— — — — —, Zersetzung von Kohlenwasserstoffen. 528
— — liquefaciens, Bildung proteolytischer Enzyme. 522
— — — Zersetzung von Kohlenwasserstoffen. 529
— capsulatum, Bildung von Katalase. 524
— caseï delta, Untersuchung. 349
— coli, Bedeutung für Wasserbeurteilung. 446
— —, Wachstumserscheinungen. 446
— — commune, Wirkung von Ozon. 328
— delbrücki, Gestalt, Bedeutung der Temperatur. 295
— fluorescens liquefaciens, Denitrifikation in Teichen. 461
— kützingianum, Zellform, Wirkung der Temperatur. 295
— lactis acidi, Wirkung von saurem Phosphat. 348
— levans, Bildung von Katalase. 524
— pasteurianum, Zellform, Wirkung der Temperatur. 295
— preisii n. sp., Schleimbildung an Zuckerrüben. 444
— prodigiosum, Bildung von Katalase. 524
— pseudaceti, Involution, Wirkung der Kohlensäure. 472
— punctatum, Wirkung von schwefelwasserstoffhaltigem Wasser. 453
Bacillus pyocyaneum, Bildung von Katalase. 524
— radicicola, Begeißelung. 471
— —, Knöllchenbildung an Ceanothus americanus. 478
— salinum, Polymorphismus. 453
— tenuis, Bildung von Katalase. 524
— tuberculosis, Bildung von Katalase. 524
— tumefaciens, Gallenbildung an Zuckerrüben. 262. 270. 442
— violaceum, Wirkung von schwefelwasserstoffhaltigem Wasser. 453
— vulgare, Zersetzung von Fleischkonserven. 329
Bäckerei, Kriegsvorschriften. 330
Bakterien, Abtötung durch Blausäure. 332
—, Aromabildung bei Rahmsäuerung. 373
—, Assimilation von Benzol. 499
—, — — Toluol. 498
—, — — Xylol. 498
—, Bedeutung für die Entstehung von Süßgrünfutter. 344
—, — — — Fruchtbarkeit des Bodens. 468. 475
—, — — — Gare des Bodens. 466
—, Bildung proteolytischer Enzyme. 522
—, — von Katalase. 524
—, Boden-, Entwicklungsbedingungen. 468
—, — -, Widerstandsfähigkeit gegen Austrocknung, Bedeutung der Bodenart. 469
—, Dextrinierung von Brot. 336
—, Diastasebildung. 522
—, ernährungsphysiologische Untersuchung. 321
—, Erreger des Wurzelbrandes der Zuckerrüben. 440
—, Essig-, reduzierende Eigenschaften. 318
—, Essigsäure-, Aufbewahrung in Doppelbier. 300
—, Gehalt in verschiedenen Bodentiefen. 448
—, — des Wassers, Bestimmung. 446
—, Knöllchen-, Spezialisierung. 478
—, — -, Stickstoffbindung. 468
—, Kohlenwasserstoff-, Vorkommen im Boden. 501
—, Kultur auf Stärkeagar. 246
—, Meer-, Kultur in Kochsalzlösungen verschiedener Konzentration. 454
—, Milchsäure-, Kaseïnspaltung, Untersuchung. 392
—, — -, Kulturen, Käsebereitung. 349
—, — -, —, Trocknung, Methodik. 244
—, — -, Verwendung zur Säuerung von Rübenschnitzeln. 342
—, — -, — — Sauerkohlbereitung. 340
—, Nitrit-, Wirkung von Trockenheit. 29
—, Nitro-, Fehlen in Moorböden. 37, 39
—, — -, Wirkung von Hochmoorböden auf ihre Tätigkeit. 10
—, — -, — — Trockenheit. 29
—, Oxydation von Mangankarbonat. 470
—, — — Schwefelwasserstoff. 485

Bakterien, Oxydation von Thiosulfat. 464
—, Purpur, Massenauftreten. 445
—, Reizwirkung von Oryzamin. 313
—, Schwefelbildung, Untersuchung. 485
—, Schwefel-, Physiologie. 484
—, —-, Vorkommen im Wasser. 452
—, stickstoffbindende, Impfung des Bodens, Versuche. 474
—, —, Nachweis in verschiedenen Bodenarten Rußlands. 474
—, Stickstoffbindung. 466
—, Symbiose mit Zuckerrüben. 440
—, Verwendung zur Isolierung von Naphthenen aus Mischungen mit Paraffinkohlenwasserstoffen. 537
—, Vorkommen in Luft. 464. 465
—, — — Maismehl. 338
—, — — salzhaltigem Wasser. 453
—, Widerstandsfähigkeit gegen hohe Temperaturen. 347
—, Wirkung von Ozon. 328
—, — — schwefelstoffhaltigem Wasser 453
—, Wuchsformen, Wirkung der Temperatur. 295
—, Zersetzung von Kohlenwasserstoffen. 528
—, — — Oxalaten. 469
—, — — Rohölen. 550
Bakteriengehalt des Bodens, Bedeutung der Bearbeitung und Düngung. 468
— — —, — des Düngers. 476
— — —, Wirkung der Gründüngung. 556
— verdorbenen Fleisches, Wirkung des Gefrierens. 328
Bakteriologie, Leitfaden. 467
Baumwollstaude, Kultur. 276
Beggiatoa, Indikator für Verunreinigung des Meerwassers. 428
—, Zersetzung von Nitrozellulose. 322
— alba, Vorkommen in salzhaltigem Wasser. 454
— — var. marina, Vorkommen in salzhaltigem Wasser. 454
— mirabilis, Vorkommen in salzhaltigem Wasser. 453
Benzol, Assimilation durch Bakterien. 499
Berberis, Fraßbild von Arge berberidis, Herbarmaterial. 248
Betula, Pollen, Nachweis in Luft. 464
Bier, Endvergärungsgrad, Bestimmung. 324
—, Haltbarkeit, Wirkung des Schüttelns. 325
—, Kriegs-, Hefe, Untersuchung. 323
—, Nachweis von Tyrosol und Tryptophol. 314
Biliwein, Vorkommen von Saccharomyces mangini. 294
—, — — Zygosaccharomyces chevalieri. 294
Biorisierung der Milch, Wirkung auf den Geschmack. 347
Birnbaum, Schädigung durch Aphis mali. 274
Birnbaum, Schädigung durch Cheimatobia brumata. 251
—, — — Gymnosporangium sabinae. 274
—, — — Roestelia cancellata. 251
Birnblattbuckelwanze s. Stephanitis piri.
Birngespinstblattwespe, Auftreten. 253
Bisamratte, Bekämpfungsversuche mit Mäusetyphusbazillen. 253
Blatta germanica, Vorkommen. 335
Blattläuse, Bekämpfungsmethoden. 437. 438
—, Bekämpfungsversuche mit Formacon. 254
—, Empusa fresenii natürlicher Feind. 438
—, Schädlinge von Obstbäumen. 252
—, — — Zuckerrüben. 437
Blattlaus, schwarze s. a. Aphis evonymi.
—, — Carabus cancellatus natürlicher Feind. 261
—, —, Carabus granulatus natürlicher Feind. 261
—, —, Entomophthora aphidis natürlicher Feind. 261
—, —, Schwebfliegen natürliche Feinde. 260
Blattlausgallen, Studien über Entstehung. 272
Blattrippenstecher s. Rhynchites pauxillus.
Blausäure, Abtötung von Bakterien und Schimmelpilzen. 332
—, Bekämpfungsmittel gegen Speicherschädlinge. 332. 333
Blei, Giftwirkung auf Cyclamen. 272
Blitophaga opaca, Bekämpfung mit Arsenpräparaten. 433
— —, Schädling von Zuckerrüben. 433
— —, Wirtspflanzen. 433
Blutlaus s. a. Schizoneura lanigera.
—, Bekämpfung mit Nikotin-Demilysol. 254
—, Bekämpfungsversuche. 270. 275
—, Bekämpfungsversuche mit Kaliumpermanganat. 254
Boarmia gemmaria, Schädling vom Weinstock. 252. 273
Boden, Ammoniakgehalt, Bedeutung des Düngers. 476
—, Ausnutzung von Stallmist. 382
—, Bakteriengehalt, Bedeutung der Bearbeitung und Düngung. 468
—, —, — des Düngers. 476
—, — in verschiedenen Tiefen. 448
—, Bedeutung für die Widerstandsfähigkeit der Bakterien gegen Austrocknung. 469
—, Denitrifikation, Wirkung verschiedener organischer Substanzen. 182
—, Fruchtbarkeit, Bedeutung der Bakterien. 468. 475
—, Gare, Bedeutung der Bakterien. 466
—, Hochmoor-, Ammonisation, Wirkung von Kalk. 21
—, —-, Kalkdüngung, Wirkung auf Nitritbildung. 481

Boden, Hochmoor-, Kartoffelbau. 481
—, —-, Wirkung auf Nitrobakterien. 10
—, Impfung mit Azotogen. 466
—, — — Bakterien, Versuche. 474
—, Kalkbedürfnis, Bestimmungsmethoden 558
—, Moor-, Fehlen nitrifizierender Bakterien. 37
—, —-, Nitrifikation, Wirkung im Kalk. 3. 41
—, Nitratbildung, Bedeutung der Reaktion. 385
—, Nitrifikation, Bedeutung des Düngers. 476
—, Stickstoffbindung, Bedeutung des Düngers. 476
—, — durch Azotobacter. 468. 475
—, — — Clostridium. 468
—, —, Wirkung von Arsenverbindungen. 476
—, Stickstoffhaushalt, Wirkung des Stalldüngers. 471
—, Vorkommen von Kohlenwasserstoff-Bakterien. 501
—, — — Pectinobacter amylophilum. 285
—, — — Pilzen. 471
Bodenbakteriologie, Leitfaden. 467
Bodenkolloide, Lehrbuch. 482. 555
Bohne, Schädigung durch Aphis papaveris. 251
—, — — Gloeosporium lindemuthianum. 252. 272
—, Vorkommen von Urease im Samen. 288
—, Widerstandsfähigkeit einzelner Sorten gegen Gloeosporium lindemuthianum. 251
Boletus, Vorkommen von Peptase. 287
Bosnapaste, Bekämpfungsversuche gegen Plasmopara viticola. 254. 274
Botrytis, Nachweis in Luft. 464
—, Vorkommen im Boden. 471
— cinerea, Nachweis in Luft. 466
Brandpilze, Sporen, Vorkommen in Roggenkleie. 249
Brauwasser s. Wasser, Brau-.
Brennereischlempe, Nachweis von Tyrosol und Tryptophol. 314
Brenztraubensäure, Nachweis in Hefe. 314
Brillantwalkblau, Wirkung auf das Hefewachstum. 313
Brot, Aufbewahrung, Bedeutung für die Schimmelbildung. 155
—, dextriniertes, Untersuchung. 336
—, Fadenziehen, Ursache. 163. 337
—, Fehler, Ursachen. 337
—, Herstellung, Wirkung von Bacillus butryicus. 336
—, Verschimmeln, Vorbeugungsmaßnahmen. 163
—, —, Wirkung auf die chemische Zusammensetzung. 149. 151
—, verschimmeltes, Fütterungsversuche. 152
—, Wachstum von Aspergillus glaucus, Wirkung der Feuchtigkeit. 157
Bruchus pisi, Schädling von Erbsen. 251
Bryobia ribis, Schädling vom Stachelbeerstrauch. 252
Buche, Gallenbildung durch Hormomyia piligera. 251
—, Schädigung durch Cryptococcus fagi. 251
Butter, Bereitung, Aromabildung. 373
Bythotrephes, Sauerstoffbedürfnis. 451

Calandra granaria s. a. Curculio granarius und Kornkäfer.
— —, Bekämpfung mit Anilin. 330
— —, Bekämpfungsversuche mit Cyanwasserstoff. 77
— oryzae, Bekämpfung mit Anilin. 330
Calosoma cancellatum, natürlicher Feind von Peridroma margaritosa. 436
— semilaeve, natürlicher Feind von Peridroma margaritosa. 436
Canna iridiflora, Kolehydratstoffwechsel. 292
Capitella capitata, Indikator für Verunreinigung des Meerwassers. 428
Capnodis tenebrionis, Schädling vom Pfirsichbaum. 275
Capnodium, Vorkommen an Cirsium arvense. 250
Carabus cancellatus, natürlicher Feind von schwarzen Blattläusen. 261
— granulatus, natürlicher Feind der schwarzen Blattlaus. 261
Caragheen, Ersatz für Agar. 425
Carboxylase, Haltbarkeit beim Trocknen der Hefe. 300
—, Wirkung von Giften. 284
Carchesium, Wuchsform. 449
— lachmanni, Vorkommen im Elbwasser. 457
— polypinum, Wuchsform. 449
Carpinus, Pollen, Nachweis in Luft. 464
— betulus, Fraßbild von Cheimatobia boreata, Herbarmaterial. 248
— —, — — Lithocolletis carpinicola, Herbarmaterial. 248
— —, — — Ornix carpinella, Herbarmaterial. 248
Carpocapsa pomonella, Schädling vom Apfelbaum. 251
— —, — — Weinstock. 275
Cassida nebulosa, Schädling von Rüben. 250
— —, — — Zuckerrüben. 259
Ceanothus americanus, Knöllchenbildung durch Bacterium radicicola. 478
Cecidologisches Herbar. 247
Cecidomyia destructor, Schädling von Getreide. 331
Cephalosporium acremonium, Nachweis in Luft. 466
Cephalothecium roseum, Nachweis in Luft. 464
Cercospora beticola, chemische Veränderung der Zuckerrübe. 264
— —, Entwicklung, Bedeutung der klimatischen Faktoren. 265

Cercospora beticola, Infektion, Bedeutung der Spaltöffnungsbewegungen. 264
— —, Schädling von Zuckerrüben, Bedeutung der Witterung. 263
— —, Sporenkeimung. 265
Cetraria glauca, Gallenbildung durch Abrothallus cetrariae. 131
Ceutorhynchus sulcicollis, Schädling von Gemüsepflanzen. 251
Chalara mycoderma, Fettbildung, Bedeutung der Temperatur. 369
— —, Glykogenbildung, Bedeutung der Temperatur. 372
— —, Hautbildung, Bedeutung der Temperatur. 366
Chalcididen, natürliche Feinde der schwarzen Blattlaus. 261
Charaeas graminis, Schädling von Gräsern. 252
Cheimatobia boreata, Fraßbild an Carpinus betulus, Herbarmaterial. 248
— brumata, Bekämpfungsversuche. 253
— —, Schädling vom Birnbaum. 251
— —, — von Obstbäumen. 252. 270
— —, — vom Weinstock. 275
Chimosin, Vorkommen in Takadiastase. 289
Chinarinde, Rückstände, Wirkung auf Denitrifikation im Boden. 182
Chinin, Wirkung auf das Hefewachstum. 312
Chionaspis salicis, Schädling von Cornus sanguinea. 272
Chlamydothrix, Wuchsform. 449
— longissima, Indikator für Verunreinigung des Meerwassers. 428
— ochracea, Vorkommen in kalkhaltigem Wasser. 453
Chlor, Bekämpfungsmittel gegen Kornkäfer. 332
—, Desinfektion von Abwasser und Wasser. 462. 463
Chlorbarium, Bekämpfungsversuche gegen Springwurmwickler. 254
Chloroform, Wirkung auf Zymase. 284
Chlorops taeniopus, Schädling von Getreide. 331
— —, — vom Weinstock. 275
Chlorphenolquecksilber, Bekämpfungsversuche gegen Aphis evonymi. 259
—, — — Pieris brassicae. 259
Cholerabacillen, Vernichtung durch Protozoen im Wasser. 459
Chortophila sepia, Schädling vom Weinstock. 275
Chromatium, Vorkommen in salzhaltigem Wasser. 454
Chromulina rosanoffii, Erreger des Leuchtwassers. 452
Chrysanthemum, Schädigung durch Lygus. 252
Chrysopa, natürlicher Feind der schwarzen Blattlaus. 261
Chrysophlyctis endobiotica, Schädling von Kartoffeln. 250
Cirsium arvense, Gallenbildung durch Aulax. 250
— —, Schädigung durch Puccinia compositarum. 250
— —, Vorkommen von Capnodium. 250
Citromyces lividus, Nachweis in Luft. 466
— pfefferianus, Nachweis in Luft. 466
Cladius pectinicornis, Bekämpfungsversuche. 253
Cladosporium herbarum, Nachweis in Luft. 466
Cladothrix, Wuchsform. 449
— dichotoma, Vorkommen im Elbwasser. 457
Cladosporium, Nachweis in Luft. 464
Clasterosporium carpophilum, Schädling von Obstbäumen. 252
Cleonus punctiventris, Schädling vom Weinstock. 275
Clonothrix, Wuchsfom. 449
Clostridium, Stickstoffbindung im Boden. 468
— pasteurianum, Symbiose mit Azotobacter chroococcum. 474
Clysia ambiguella, Bekämpfungsversuche. 270
Cocaïn, Wirkung auf das Hefewachstum. 312
Coccinella, natürlicher Feind von Eurydema oleraceum. 250
— ,— — der schwarzen Blattlaus. 261
Coleophora laricella, Fraßbild an Larix decidua, Herbarmaterial. 248
Conchylis ambiguella, Schädling vom Weinstock. 275
Cordylophora, Wuchsform. 449
Cornus sanguinea, Schädigung durch Chionaspis salicis. 272
— —, — — Erysiphe tortilis. 272
Corylus, Pollen, Nachweis in Luft. 464
Crenothrix, Wuchsform. 449
Crioceris asparagi, Bekämpfung mit Nikotin-Demilysol. 254
— —, Bekämpfungsversuche. 253
— 14punctata, Bekämpfung mit Nikotin-Demilysol. 254
Cronartium ribicolum, Herbarmaterial. 247
Cruciferen, Verwendung zur Futtermittelverfälschung. 249
Cryptococcus fagi, Schädling von Buchen. 251
Cucurbita ficifolia, Kohlehydratstoffwechsel. 292
Curculio granarius s. a. Calandra granaria und Kornkäfer.
— —, Schädling von Getreide. 330
Cyannatrium, Bekämpfungsversuche gegen Wurzelbrand der Zuckerrübe. 440
Cyanwasserstoff, Bekämpfungsversuche gegen Calandra granaria. 77
Cyclamen, Bleivergiftung. 272
Cyclops viridis, Widerstandsfähigkeit gegen Sauerstoffentziehung. 451
Cytase, Vorkommen in Takadiastase. 289

Dauerhefe, Herstellung. 315
Debaryomyces globosus, Wachstum, Bedeutung der Temperatur. 356
Dekan, Zersetzung durch Bakterien. 529
Dendrocometes, Sauerstoffbedürfnis. 451
Dendrosoma, Wuchsform. 449
Dermesles lardarius, Bekämpfung mit Blausäure. 333
Diaptomus, Sauerstoffbedürfnis. 451
Diaspis pentagona, Bekämpfungsversuche mit Prospaltella berlesei. 270. 271. 274
— —, Schädling von Gemüsepflanzen. 274
— —, Pfirsischbaum. 274
Diastase, Abbau von Stärke, Verlauf. 286
—, Bildung durch Bakterien. 522
—, Bindung von Ammoniak- und Natronlauge. 279
—, Wirkung von Dicyan. 278
—, — — Hydrazin. 278
—, — — Methylhydrazin. 278
Dichloräthylen, Baumdesinfektion, Versuche. 270
Dicyan, Wirkung auf Enzyme. 278
Diastrammena unicolor, Vorkommen in Gewächshäusern. 252
Diisoamyl, Zersetzung durch Bakterien. 529
Dörrfleckenkrankheit des Hafers, Auftreten. 250
— — —, Ursache. 484
Drahtwürmer, Bekämpfungsmethoden. 434
—, natürliche Feinde. 434
Dreissena, Wuchsform. 449
Dünger, Bedeutung für den Ammoniakgehalt im Boden. 476
—, — — die Bakterientätigkeit im Boden. 476
—, — — — Nitrifikation im Boden. 476
—, — — — Stickstoffbindung im Boden. 476
—, Konservierung. 480
—, Stall—, Wirkung auf den Stickstoffhaushalt des Bodens. 471
—, Verwendung, Anleitung. 556
Düngung, Grün—, Wirkung auf den Bakteriengehalt des Bodens. 556

Eiche, Schädigung durch Mehltau. 251
—, — — Tischeria complanella. 251
Eier, Genießbarkeit, Nachweis. 340
—, Infektion durch Schimmelpilze. 340
Eisen, Bedeutung für die Ernährung von Leptothrix ochracea. 414. 421
Eisenspeicherung durch Leptotrix ochracea, Wirkung der Kohlensäure. 423
Eisenvitriol, Bekämpfungsmittel gegen Hederich. 250
Elaeis guineensis, Wein, Vorkommen von Saccharomyces chevalieri. 293
Elbe, biologische Untersuchung bei Hamburg. 456
Emphytus cinctus, Schädling von Rosen. 252
Emulsin, Bindung von Ammoniak und Schwefelsäure. 281
Emulsin, Haltbarkeit beim Trocknen der Hefe. 301
—, Wirkung von Dicyan. 278
—, — — Hydrazin. 278
—, — — Methylhydrazin. 278
—, — — Phenylhydrazin. 277
—, — — salpetriger Säure. 278
Endomyces fibuliger, Vorkommen auf Brot. 149. 150
— vernalis, Fettbildung, gewerbliche Ausnützung. 301
Endotryptan, Nachweis in Trockenhefe. 301
—, Wirkung der Reaktion der Lösung. 301
Entomophthora aphidis, natürlicher Feind der schwarzen Blattlaus. 261
Entomoscelis adonidis, Schädling vom Weinstock. 275
Entomosporium maculatum, Herbarmaterial. 247
Enzyme, Bedeutung für die Immunität. 320
—, Bindung von Ammoniak. 280 281
—, — — Natronlauge. 280
—, — — Schwefelsäure. 280. 281
—, chemische Natur, Untersuchung. 276
—, proteolytische, Bildung durch Bakterien. 522
—, Wirkung, Demonstration. 283
—, — von Aldehyden. 279
—, — — Dicyan. 278
—, — — Hydrazin. 278
—, — — Methylhydrazin. 278
—, — — salpetriger Säure. 278
Eosin, Wirkung auf das Hefewachstum. 313
Ephestia figulilella, Bekämpfung mit Anilin. 330
— kühniella, Bekämpfung mit Anilin. 330
— —, — — Blausäure. 333
Ephydatia, Wuchsform. 449
Epicoccus purpurascens, Nachweis in Luft. 466
Epistylis, Wuchsform. 449
Erbse, Schädigung durch Bruchus pisi. 251
Erdflöhe, Bekämpfungsversuche. 270
Erdraupen, Bekämpfungsmittel. 434
—, Biologie. 435
—, massenhaftes Auftreten. 434
—, Schädlinge von Zuckerrüben. 434
—, Tarichium megasperum natürlicher Feind. 435
Erepsin, Vorkommen in Takadiastase. 289
Eriophyes piri, Bekämpfung mit Nikotin-Schwefelkalk. 255
— —, Herbarmaterial. 247
— ribis, Bekämpfungsversuche. 253
Eristalis, Indikator für Verunreinigung des Wassers. 428
Erle, Schädigung durch Valsa oxystoma. 252
Erysiphe martii, Schädling von Klee. 251
— tortilis, Schädling von Cornus sanguinea 272
Erythrodextrin, Assimilierung durch Hefe. 322
Essigsäure, Bildung durch Aromabakterien in Milch. 377

Eudemis botrana, Schädling vom Weinstock. 275
Eumolpus vitis, Schädling vom Weinstock. 275
Eurydema oleraceum, Bekämpfungsversuche mit Floraevit. 250
— —, Coccinella natürlicher Feind. 250
— —, Schädling der Kartoffel. 251
— —, — von Kohl. 251
— —, — — Rüben. 250
— —, Vorkommen an Hafer. 250
Eutettix tenella, Pipunculus industrius natürlicher Feind. 260
— —, — vagabundus natürlicher Feind. 260
Exoascus deformans, Schädling von Obstbäumen. 252
Exobasidium vexans, Schädling vom Teestrauch. 276
Exsikkaten-Werke von Upsala, Verzeichnis. 248

Fadenziehen des Brotes. 163. 337
Fagus, Pollen, Nachweis in Luft. 464
Fanggräben, Bekämpfung von Erdraupen. 434
Farbstoff, Bildung durch Pilze. 70
—, — — Torula. 319
Faulhaufenerde, Bedeutung als Düngemittel. 557
Feldmaus, Schädling von Klee. 251
Ferment, Definition. 282
Fermentation, Ergebnisse, Interpretation. 247
Fermente, emulsinartige, Vorkommen in untergäriger Hefe. 296
Fett, Bildung durch Endomyces vernalis. 301
—, — — Hefe, Bedeutung der Temperatur. 368
Fledermaus, natürlicher Feind von Tryphaeus pronuba. 436
Fleisch, verdorbenes, Bakteriengehalt, Wirkung des Gefrierens. 328
Fleischkonserven, Sterilisation. 329
Floraevit, Bekämpfungsversuch an Eurydema oleraceum. 250
Fluoresceïn, Wirkung auf das Hefewachstum. 313
Formacon, Bekämpfungsversuche gegen Blattläuse. 254
Formaldehyd, Bekämpfungsmittel gegen Weizensteinbrand. 250
—, Wirkung auf die Keimfähigkeit des Weizens. 250
Fraßstück-Herbar. 247
Fraxinus, Pollen, Nachweis in Luft. 464
Frost, Schädigung am Weinstock. 94
—, Ursache der Weißährigkeit des Weizens 250
Fusarium, Schädigung der Keimfähigkeit des Roggens. 249
— nivale, Auftreten. 269
Fusicladium, Bekämpfungsversuche mit Perocid. 272
Fusicladium dendriticum, Schädling von Obstbäumen. 252
Fusicladium pirinum, Herbarmaterial. 247
— —, Schädling von Obstbäumen. 252
Futtermittel, Verfälschungen. 249
Futterrübe, Säuerung mit Bacillus cucumeris fermentati. 341. 343
—, — — — lactis acidi. 341

Gärung, Alkohol-, Bedeutung von Hexosediphosphorsäure. 312
—, —, Verlauf, Bestimmung durch Messung der Oberflächenspannung. 323
—, —, Wirkung von Aldehyden. 320
—, —, — alkalischer Lösungen. 298
—, Wirkung von Methylenblau. 313
—, Alkohol—, Wirkung von Phosphat bei verschiedenen OH-Konzentrationen. 297, 298
—, —, Zuckerzerfall, Theorie. 297, 312
—, —, Zwischenreaktionen. 299
—, —, Zymophosphatbildung. 316. 346
—, Enzymtheorie. 296
—, Harn—, Untersuchung der Mikroorganismen. 480
—, Hefe-, Bedeutung des Nährbodens. 293
—, —, Wirkung von Aminosäuren. 315
—, —, — — Giften. 284
—, —, — — Resorzin 284
—, —, — — Salpeter. 318
—, —, — — Testilupin. 320
—, —, in verschiedenen Zuckerarten. 315
—, Milchsäure-, Wirkung von Natriumphosphat. 346
Gärungsorganismen, Gestalt, Wirkung der Temperatur. 295
Gärvermögen eines degenerierten Aspergillus niger. 147
Galionella ferruginea, Vorkommen in kalkhaltigem Wasser. 453
Gallen an Pflanzen, enzymatische Vorgänge. 319
— durch Abrothallus cetrariae an Cetraria glauca. 131
— — Aulax an Cirsium arvense. 250
— — Bacillus tumefaciens an Zuckerrüben. 253
— — Bacterium tumefaciens an Zuckerrüben. 262. 270. 442
— — Blattläuse, Studien über Entstehung. 272
— — Hormomyia piligera an Buchen. 251
— — Pediaspis aceris an Acer pseudoplatanus. 272
— — Pilze an Parmelia physodes. 131
Gastropacha neustria, Schädling vom Weinstock. 275
Gefrierfleisch, Bakteriengehalt. 328
Gelbsucht des Weinstocks. 94
Gelechia cerealella, Schädling von Getreide. 331
Gemmophora purpurascens, Nachweis in Luft. 464

Gemüsepflanzen, Schädigung durch Agrotis segetum. 251
—, — — Anthomyia brassicae. 251
—, — — Ceutorhynchus sulcicollis. 251
—, — — Diaspis pentagona. 274
Gentiana lutea, Wurzel, Gärung, Untersuchung der Mikroorganismen. 327
Gärung, Hefe —, Auftreten von Tyrosol und Tryptophol. 314
— punctata, Wurzel, Gärung, Untersuchung der Mikroorganismen. 327
— purpurea, Wurzel, Gärung, Untersuchung der Mikroorganismen. 327
Gerste, Anfälligkeit verschiedener Sorten gegenüber Puccinia graminis. 193
—, Keimung, Peptolyse. 287
—, Schädigung durch Blitophaga opaca. 433
—, Vorkommen von Aspergillus candidus auf den Körnern. 153
—, — — Penicillium crustaceum auf den Körnern. 153
—, Wirkung von Isovaleriansäure. 313
Getreide, Impfversuche mit U-Kulturen. 477
—, Schädigung durch Cecidomyia destructor. 331
—, — — Chlorops taeniopus. 331
—, — — Curculio granarius. 330
—, — — Gelechia cerealella. 331
—, — — Hylemyia coarctata. 250
—, — — Oscinis frit. 331
—, — — Rostpilze. 252
—, — — Sylvanus surinamensis. 331
—, — — Thrips cerealium. 331
—, — — Tylenchus devastatrix. 331
—, — — — dipsaci. 250
—, Vorkommen von Penicillium crustaceum auf den Körnern. 153
—, — — Urease in den Keimlingen. 288
—, Widerstandsfähigkeit gegen Rostpilze, Bedeutung des Entwicklungszustandes. 191
—, — — —, Ursachen. 230
Getreidelaufkäfer, Auftreten. 253
Gifte, Wirkung auf Hefegärung. 284
Gingembrewein, Vorkommen von Mycoderma chevalieri. 294
—, — — Saccharomyces lindnerii. 294
Gloeosporium lindemuthianum, Schädling von Bohnen. 252. 272
— —, Widerstandsfähigkeit einzelner Bohnensorten. 251
— nervisequium, Herbarmaterial. 247
Glykogen, Bildung durch Hefe, Wirkung der Temperatur. 370
—, Vergärung durch Bacillus mazerans. 286
Glykokoll, C- und N-Quelle für Pilze. 322
Glyzerin, Kohlenstoffquelle für Hefe 339
Gonokokken, Kultur auf Stärkeagar. 246
Gräser, Schädigung durch Charaeas graminis. 252
Gramineen, Wirkung von Leguminosen 479
Grapholitha variegana, Schädling vom Apfelbaum. 251
Grünfutter, Konservierung. 343
Grundwasser, bakteriologische Untersuchung 448
Guanol, Düngungsversuche. 557
Gurke, Schädigung durch Halticus. 252
Gymnosporangium sabinae, Herbarmaterial. 247
— —, Schädling vom Birnbaum. 274
— —, — — Obstbäumen. 252. 274
Gyrosigma spenzeri, Vorkommen in salzhaltigem Wasser. 453

Hafer, Anfälligkeit verschiedener Sorten gegenüber Puccinia coronifera. 196
—, — — — — — graminis. 193
—, Dörrfleckenkrankheit, Auftreten. 250
—, —, Ursache. 484
—, Schädigung durch Oscinis frit 250
—, — — Tarsonemus spirifex. 250
—, Selbstentzündung. 345
—, Vorkommen von Eurydema oleraceum. 250
—, — — Penicillium crustaceum auf den Körnern. 153
Hagel, Schädigung am Weinstock. 94
Halesus auricollis, Sauerstoffbedürfnis. 451
Halticus, Schädling von Gurken. 252
Hamburg, biologische Untersuchung der Elbe. 456
Hamburger Hafen, biologische Untersuchung. 448
Harn, Gärung, Untersuchung der Mikroorganismen. 480
Harnstoff, C- und N-Quelle für Pilze. 322
—, Stickstoffquelle für Hefe. 309
Hederich, Bekämpfung mit Eisenvitriol. 250
—, Bekämpfungsversuche mit Kalkstickstoff. 250
Hefe, Aldehydgehalt, Veränderung bei der Aufbewahrung. 317
—, Alkoholgehalt, Veränderung bei der Aufbewahrung. 317
—, Aufbewahrung in Zuckerlösungen. 299. 326
—, Autolyse, Bildung von Tyrosin und Leucin. 318
—, —, Temperaturoptimum. 317
Hefe, Bedeutung des Extraktgehaltes der Würze. 324
—, — — Volutins. 320
—, Chemie und Gärung, Handbuch. 296
—, Degeneration in schwacher Würze, Nachweis mit Methylenblau. 180
—, Differenzierung durch spezifische Agglutine. 292
—, Ernährung mit Glyzerin. 339
—, Ernährungszustand, Bedeutung der Konzentration der Würze. 174
—, Fehlen von Mutation. 293
—, — — Myrosin. 297

Digitized by Google Original from UNIVERSITY OF IOWA

Hefe, Fettbildung, Bedeutung der Temperatur. 368
—, Fettgehalt, Nachweis. 339
—, Gärung, Auftreten von Tyrosol und Tryptophol. 314
—, — in verschiedenen Zuckerarten. 315
—, —, Wirkung von Aminosäuren. 315
—, —, — — Giften. 284
—, —, — — Resorzin. 284
—, —, — — Salpeter. 318
—, —, — — Testilupin. 320
—, —, — — Wasserstoffionen. 314
—, —, — des Wechselstroms. 295
—, Gärvermögen, Bedeutung der Konzentration der Würze. 176
—, —, — des Nährbodens. 293
—, Generationsdauer, Bedeutung der Konzentration der Würze. 177
—, —, — — Temperatur. 358
—, Glykogenbildung, Wirkung der Temperatur. 370
—, Harnstoff als Stickstoffquelle. 309
—, Herstellung von Albumosen. 338
—, Kriegsbier, Untersuchung. 323
—, Massengewinnung. 316
—, Nachweis in Luft. 466
—, — — — in verschiedenen Jahreszeiten. 464
—, — von Brenztraubensäure. 314
—, — — Peroxydase. 313
—, Oxydationswirkungen. 297
—, Proteolyse, Wirkung von Alkoholen und Phenolen. 301
—, Reduktion von Selenit. 315
—, Sauerteig, Widerstandsfähigkeit der Sporen gegen Säure. 323
—, Spaltung von Arbutin. 296
—, — — Salicin. 296
—, Stickstoffnahrung. 316
—, Trockensubstanzvermehrung, Bedeutung der Aussaatmenge. 302
—, untergärige, Vorkommen emulsinartiger Fermente. 296
—, Vermehrung, Bedeutung der Konzentration der Würze. 176
—, Wachstum, Wirkung von Alkaloiden. 312
—, —, — — Temperatur. 354
—, Wirkung von Arsensalzen. 300
—, — — Isovaleriansäure. 313
—, Oryzamin. 313
—, Zellform, Bedeutung der Konzentration der Würze. 179
—, Zymasebildung, Bedeutung des Nährbodens. 293
Hefenucleïnsäure, Spaltung durch Nucleotidacidase. 313
Heißluft, Bekämpfungsmittel gegen Speicherschädlinge. 330, 333
Herbarium pathologicum. 247
Herzfäule der Zuckerrübe, Anftreten. 262
Herz- und Trockenfäule der Zuckerrübe, Bedeutung der Witterung. 441
Heu, Selbstentzündung, Vorkehrungsmaßnahmen. 345
Heufieber, Ursache. 465
Heuschrecken, Bekämpfung. 274
Heu- und Sauerwurm, Biologie und Bekämpfung. 94
Hexachloräthan, Baumdesinfektion, Versuche. 270
Hexadekan, n-, Zersetzung durch Bakterien. 529
Hexan, n-, Zersetzung durch Bakterien. 529
Hexosediphosphorsäure, Bedeutung für alkoholische Gärung. 312
Himbeerstrauch, Schädigung durch Incorvaria rubiella. 252
—, — — Otiorhynchus picipes. 251
Hister limetarius, natürlicher Feind von Tryphaeus pronuba. 436
— quadrimaculatus, natürlicher Feind von Tryphaeus pronuba. 436
Hochmoorboden, Kalkdüngung, Wirkung auf Nitritbildung. 481
—, Kartoffelbau. 481
Hoplocampa fulvicornis, Schädling vom Pflaumenbaum. 274
Hordeum, Pollen, Nachweis in Großstadtluft. 464
Hormomyia piligera, Gallenbildung an Buchen. 251
Hühner, natürliche Feinde der Drahtwürmer. 434
—, — — von Tryphaeus pronuba. 436
Hydantoin, C-Quelle für Bakterien. 322
Hydnum, Nachweis von Peptase. 287
Hydra, Wuchsform. 449
Hydrazin, Wirkung auf Enzyme. 278
Hydroxylamin, Wirkung auf Zymase. 278
Hypochnus solani, Fehlen eines Zusammenhanges mit Rhizoctonia violacea. 442
Hypogymna morio, Schädling vom Weinstock. 275
Hylemyia coarctata, Schädling von Getreide. 250

Japan, Leuchtwasser, Untersuchung. 452
Igel, natürlicher Feind der Drahtwürmer. 434
Immunität, Bedeutung von Enzymen. 320
Impatiens parviflora, Fraßbild von Agromyza impatientis, Herbarmaterial. 248
Incorvaria rubiella, Schädling vom Himbeerstrauch. 252
Indigopflanze, Kultur. 276
Insektenleim, Fernhalten von Ameisen. 274
Insektensammlungen, Auftreten von Mucor mucedo. 248
Invertase, Auswaschen aus Aceton-Dauerhefe. 287
—, Haltbarkeit beim Trocknen der Hefe. 301
—, Vorkommen in Takadiastase. 289
—, Wirkung von Giften. 284
— des Kartoffelkrauts, Untersuchung. 286
Johannisbeerstrauch, Schädigung durch Anisandrus dispar. 252
Isovaleriansäure, Wirkung auf Gerste. 313

Isovaleriansäure, Wirkung auf Hefe. 313
Juglans, Pollen, Nachweis in Luft. 464
—, Zwitterblüten. 272

Käse, Bereitung mit Milchsäurebakterienkulturen. 349
—, Herstellung ohne Lab. 406
—, Reifung, Theorie. 405
Kaffeebaum, Kultur. 276
Kainit, Wirkung auf die Knöllchenbildung bei Leguminosen. 558
Kaliabwässer, Beeinträchtigung der Trinkwassergewinnung. 457
Kaliumpermanganat, Bekämpfungsmittel gegen Oidium. 572
—, Bekämpfungsversuche gegen Blutläuse. 254
—, Bekämpfungsversuche gegen Oidium tuckeri. 254
Kalk, Bekämpfungsmittel gegen Rübennematoden. 438
—, Wirkung auf die Ammonisation in Hochmoorböden. 21
—, — — — Nitrifikation in Moorböden. 3. 41
—, — — Nitritbildung im Hochmoorboden. 481
Kalkbedürfnis des Bodens, Bestimmungsmethoden. 558
Kalkstickstoff, Bekämpfungsversuche an Hederich. 250
—, Stäuben, Beseitigung. 559
Kammhornblattwespe s. Cladius pectinicornis.
Koprylen, Zersetzung durch Bakterien. 533
Karbolsäure, Bekämpfungsmittel gegen Wurzelbrand der Zuckerrübe. 440
Kartoffel, Anbau auf Hochmoorboden. 481
Kartoffeln, Impfversuche mit U-Kulturen. 477
—, Kräuselkrankheit, Auftreten. 270
—, Schädigung durch Agrotis segetum. 251
—, — — Blitophaga opaca. 433
—, — — Chrysophlyctis endobiotica. 250
—, — — Eurydema oleraceum. 251
—, — — Phytophthora infestans 251. 276
—, — — Spongospora solani. 253
—, Schwarzbeinigkeit, Auftreten. 251. 252
—, Widerstandsfähigkeit einzelner Sorten gegen Phytophthora infestans. 269
—, Zymase, Isolierung. 288
Kartoffelkraut, Invertase, Untersuchung. 286
Kasease, Vorkommen in Rhizopus nigricans. 290
Kaseïn, Bindung von Ammoniak. 280
—, Spaltung durch Milchsäurebakterien. 392
Katalase, Bildung durch Bakterien. 524
—, Haltbarkeit beim Trocknen der Hefe. 301
—, Wirkung von Phenylhydrazin. 277
Kautschukbäume, Kultur. 276
Kefirkörner, Enzymgehalt, Untersuchung. 348
Kiefer, Schädigung durch Lophodermium pinastri. 251
Kirschblattwespe, Auftreten. 253
—, Bekämpfung mit Nikotin-Petroleum-Lysol. 256
Klärschlamm, Abwasser-, Verwendung als Düngemittel. 556
Klee, Schädigung durch Erysiphe martii. 251
—, — — Feldmäuse. 251
—, — — Polythrincium trifolii. 251
—, — — Sclerotinia trifoliorum. 251
Kleie, Brandsporengehalt, quantitativer Nachweis. 335
—, Vorkommen von Schimmelpilzen. 153
Knospensucht von Acer negundo. 272
Kohl, Schädigung durch Eurydema oleraceum. 251
Kohlehydratstoffwechsel im Laubblatt. 292
Kohlensäure, Wirkung auf die Eisenspeicherung von Leptothrix ochracea. 423
Kohlenwasserstoff-Bakterien, Vorkommen im Boden. 501
Kohlenwasserstoff, Zersetzung durch Bakterien. 528
Kohlhernie, Auftreten. 252
Kohlrübe, Sauerkrautbereitung. 340
Kornkäfer s. a. Calandra granaria.
—, Bekämpfung mit Chlor. 332
Kornrade, Verwendung zur Futtermittelverfälschung. 249
Krähe, natürlicher Feind der Drahtwürmer. 434
Kräuselkrankheit der Kartoffel, Auftreten. 270
— des Weinstocks s. Phyllocoptes vitis.
— der Zuckerrübe. 260
Kreatin, C-Quelle für Bakterien. 322
Kriegsbier, Hefe, Untersuchung. 323
Kupferkalkbrühe, Bekämpfungsmittel gegen Plasmopara viticola. 93

Lab, Bindung von Ammoniak und Schwefelsäure. 281
—, Haltbarkeit beim Trocknen der Hefe. 301
—, Wirkung auf das Kaseïnspaltungsvermögen der Milchsäurebakterien. 403
Laccadia, Nachweis von Peptase. 287
Landaurett, Bekämpfungsapparat gegen Blattläuse. 437
Larix decidua, Fraßbildung von Coleophora laricella, Herbarmaterial. 248
Lecanium corni, Schädling von Akazien. 270
— —, — des Maulbeerbaums. 270
— —, — — Pfirsichbaums. 271
— —, — vom Weinstock. 94. 252. 271
— cymbiforme, Schädling vom Maulbeerbaum. 271
— viride, Bekämpfung. 276
Leder, Nitrifikation, Untersuchung. 557

Leguminosen, Knöllchenbildung, Wirkung von Kainit. 558
—, Wirkung auf Gramineen. 479
Lein, Rösten, Bedeutung von Pectinobacter amylophilum. 285
Lema melanopus, Schädling vom Weinstock. 275
Lepisma saccharinum, Vorkommen. 335
Leptodora, Sauerstoffbedürfnis. 451
Leptomitus lacteus, Vorkommen im Elbwasser. 456
Leptosphaeria herpotrichoides, Schädling von Roggen. 250
Leptothrix ochracea, Eisenspeicherung, Wirkung der Kohlensäure. 423
— —, Ernährung, Bedeutung von Eisen und Mangan. 414. 421
— —, Reinkultur. 417
Leuchtwasser, Vorkommen in Japan. 452
Leucin, C-Quelle für Bakterien und Hefe. 322
Limmat, bakteriologische Untersuchung. 457
Lipase, Nachweis in Trockenhefe. 301
—, Vorkommen in Takadiastase. 289
Lithocolletis carpinicola, Fraßbild an Carpinus betulus, Herbarmaterial. 248
— spinicolella, Fraßbild an Prunus domestica, Herbarmaterial. 248
Lophodermium pinastri, Schädling von Kiefern. 251
Luft, bakteriologische Untersuchung. 464. 465
—, mykologische Untersuchung. 464. 465
Lumbricillus lineatus, Vorkommen im Elbwasser. 457
Lupine, Schädigung durch Anthomyia funesta. 251
Luzerne, Impfung mit Knöllchenbakterien von verschiedenen Leguminosen. 478
Lygus, Schädling von Chrysanthemum. 252
— spinolae, Schädling vom Weinstock. 252
Lymantria dispar, Auftreten. 251
— —, Schädling vom Weinstock 275

Mäuse, Bekämpfung mit Typhusbazillen. 252. 269
—, Bekämpfungsversuch mit Natriumsilicofluorid. 255
—, — — Orvin. 255
Mäusetyphusbacillus, Bekämpfungsversuche gegen Bisamratten. 253
Magnesium, Vorkommen im Abwasser, Bedeutung. 458
Maikäfer, Auftreten. 253
Mais, Anfälligkeit verschiedener Sorten gegenüber Puccinia maydis. 212. 215. 216. 220
—, Schädigung durch Tenebroides mauritanicus. 331
—, Vorkommen von Penicillium crustaceum auf den Körnern. 153
Maismehl, Brotbereitung mit Bacillus levans. 338
Maismehl, Brotbereitung mit Mucor praini. 338
—, mykologische Untersuchung. 338
—, Vorkommen von Mucor lusitanicus. 338
—, — — Rhizopus maydis. 338
Malachitgrün, Wirkung auf das Hefewachstum. 313
Malacosoma neustria Auftreten. 251
Maltase, Auswaschen aus Aceton-Dauerhefe. 287
—, Haltbarkeit beim Trocknen der Hefe. 301
—, Vorkommen in Takadiastase. 289
Maltose, Assimilierung durch Pilze 322
Mangan, Bedeutung für die Ernährung von Leptothrix ochracea. 414. 421
Mangankarbonat, Oxydation durch Bacillus manganicus. 470
—, — — Papulospora manganica. 471
Mangansulfat, Bekämpfungsmittel gegen Weißfleckenkrankheit der Zuckerrübe. 267
Mannit, Assimilierung durch Hefe. 322
Martinibrühe, Bekämpfungsversuche gegen Plasmaspora viticola. 254. 271
Maulbeerbaum, Schädigung durch Lecanium corni. 270
—, — — — cymbiforme. 271
—, — — Pulvinaria betulae. 271
—, — — Septogloeum mori. 271
Maulwurf, natürlicher Feind der Drahtwürmer. 434
Maus, Feld-, Bekämpfung mit Arsenpräparaten. 433
—, —, — — Phosphorzink. 271
—, —, — — Typhusbazillen. 433
—, —, Schädling von Zuckerrüben. 433
Mayetiola destructor, Schädling vom Weinstock. 275
Medicago, Fraßbild von Subcoccinella 24-punctata, Herbarmaterial. 248
Meer, Leuchten, Beobachtungen. 455
Meeresalgen, Stickstoffnahrung. 481
Mehl, Verfälschung, Nachweis mit Getreideantiserum. 334
—, Vorkommen von Schimmelpilzen. 153
—, — — Tilletia tritici und T. laevis. 335
—, — — Tribolium confusum. 331
Mehlkäfer s. Tenebrio molitor.
Mehltau, Schädling von Eichen. 251
— des Weinstocks, Biologie und Bekämpfung. 93
Melampsora salicina, Schädling von Weiden. 252
Melampyrum pratense, Haustorien, bakteriologische Untersuchung. 479
Melanoplus atlanus, Schädling von Zuckerrüben in Amerika. 257
— bivittatus, Schädling von Zuckerrüben in Amerika. 257
— differentialis, Schädling von Zuckerrüben in Amerika. 257
Melibiase, Haltbarkeit beim Trocknen der Hefe. 301

Meligethes aeneus, Schädling von Raps. 251
— —, Thersilochus morionellus natürlicher Feind. 91
Merodon equestris, Schädling von Amaryllis. 253
Metacineta mystacina, Wuchsform. 449
Methylamin, C-Quelle für Bakterien. 322
—, N-Quelle für Pilze. 322
Methylenblau, Wirkung auf die Gärung. 313
Methylhydrazin, Wirkung auf Enzyme. 278
Methylorange, Wirkung auf das Hefewachstum. 313
Microspira aestuarii, Schwefelwasserstoffbildung. 454
Microstroma juglandis, Schädling vom Walnußbaum. 274
Miesmuschel, lebende, Sterilisation. 346
Mikroorganismen, fadenförmige, Morphologie und Reproduktion, Untersuchungsmethode. 246
—, Reinkulturen, Sammlungskästen. 248
Mikrophotographie, Ersatz der Platte durch Gaslichtpapier. 247
Milben, Vorkommen in Weizenkleie. 249
Milch, Biorisierung, Wirkung auf den Geschmack. 347
—, Koagulierung durch Bacillus coagulans. 121. 124
—, Nachweis von Bacterium abortus mit Agglutination. 346
—, Säurebildung durch Aromabakterien. 376
—, Wirkung von Süßgrünfutter auf die Beschaffenheit. 344. 346
Milchglanz des Apfelbaums. 272
Milchzucker, Inversion durch Aromabakterien. 376
Minen-Herbar. 247
Miso, Herstellung. 289
Mist, Stall-, Ausnutzung im Boden. 382
—, —, Bildung von Salpeterstickstoff. 383
Mistbeetpflanzen, Vorkommen von Spumaria alba. 252
Möhre, Verwendung zur Futtermittelverfälschung. 249
Monas fallax, Vorkommen in salzhaltigem Wasser. 454
Monilia candida, Hautbildung, Bedeutung der Temperatur. 366
— cinerea, Schädling von Obstbäumen. 252
— sitophila, C-Quellen. 322
Moorboden s. Boden, Moor-.
Mosaikkrankheit der Zuckerrübe. 267. 444
Mowra-Rückstände, Verfälschung von Futtermitteln. 249
Mucor, Wuchsform, Bedeutung der Temperatur. 295
— ambiguus, Vorkommen auf Brot. 149
— brevipes, Vorkommen auf Brot. 149
— de Baryanus, Vorkommen auf Brot. 149
— erectus, Vorkommen auf Brot. 149
— globosus, Vorkommen auf Brot. 149
— heterogamus, Vorkommen auf Brot. 149
— heterosporus sibiricus, Vorkommen auf Brot. 149
Mucor lusitanicus n. sp., Vorkommen in Maismehl. 338
— mucedo, Abtötung durch Blausäure. 332
— —, Auftreten in Insektensammlungen 248
— —, Nachweis in Luft. 466
— —, Vorkommen auf Brot. 149
— plumbeus, Vorkommen auf Brot. 149
— praini, Verwendung als Gärungserreger bei Maismehlbrotbereitung. 338
— pusillus, Beschreibung. 169
— —, Vorkommen auf Brot. 149
— —, Wachstum, Wirkung der Temperatur. 160
— racemosus, Nachweis in Luft. 464. 466
— —, Vorkommen auf Brot. 149
Müllerei, Kriegsvorschriften. 330
Müllereiprodukte, Vorkommen von Rhizopus nigricans. 153
—, — — Schimmelpilzen. 153
Musa ensete, Kohlehydratstoffwechsel. 292
Musca domestica, Vermehrung an Abwässern. 428
Mycoderma cerevisiae, Fettbildung, Bedeutung der Temperatur. 369
— —, Generationsdauer, Bedeutung der Temperatur. 358
— —, Glykogenbildung, Bedeutung der Temperatur. 372
— —, Hautbildung, Bedeutung der Temperatur. 366
— —, Vorkommen auf Brot. 149
— chevalieri n. sp., Vorkommen im Gingembrewein. 294
— rubra, Hautbildung, Bedeutung der Temperatur. 366
— vini, Entwicklung, Alkoholoptimum. 327
— —, Kohlenstoffernährung. 327
— —, Stickstoffernährung. 327
Mycogone, Vorkommen im Boden. 471
Myrosin, Fehlen in Hefe. 297

Nachtblau, Wirkung auf das Hefewachstum. 313
Nährböden, bakteriologische, Reaktion, Bestimmung. 245
Naphthene, Isolierung aus Mischungen mit Paraffinkohlenwasserstoffen mittels Bakterien. 537
—, Zersetzung durch Bacterium aliphaticum liquefaciens. 535
Natriumchlorid, Anpassung von Oospora salina. 453
Natriumchlorid, Wirkung verschiedener Konzentration auf Meerbakterien. 454
Natriumsilicofluorid, Bekämpfungsversuche gegen Mäuse und Ratten. 255
Natronlauge, Bindung durch Enzyme. 280
Navicula mesolepta, Vorkommen in kalkhaltigem Wasser. 453
— mutica, Vorkommen in salzhaltigem Wasser. 453
— perigrina, Vorkommen in salzhaltigem Wasser. 453

Navicula salina, Vorkommen in salzhaltigem Wasser. 453
Nectria cinnabarina, Schädling von Ulmen 251
Nematoden Schädlinge von Tulpen. 251
Nematus ribesii, Bekämpfungsversuche. 253
— ventricosus, Fraßbild an Ribes grossularia, Herbarmaterial. 248
Nikotin-Demilysol, Bekämpfungsmittel gegen Blutläuse. 254
—, — — Crioceris asparagi. 254
—, — — — 14 punctata. 254
Nikotin-Petroleum-Lysol, Bekämpfungsmittel gegen Kirschblattwespe. 255
Nikotin-Schwefelkalk, Bekämpfungsmittel gegen Obstbaumschädlinge. 255
Nikotin-Schwefelkohlenstoff-Schmierseifenbrühe gegen Springwurmwickler. 254
Nitragin, Impfversuche bei Nichtleguminosen. 477
Nitrat, Bildung im Boden, Bedeutung der Reaktion. 383
Nitratgehalt des Meerwassers, biologische Bedeutung. 454
Nitrifikation im Boden, Bedeutung des Düngers. 476
— verschiedener Ledersorten, Untersuchung. 557
— in Moorböden, Wirkung von Kalk. 3. 41
Nitrite, Bildung durch Bacillus nitrosus Wirkung auf Hafer. 484
—, — im Hochmoorboden, Bedeutung der Kalkdüngung. 481
Nitroanilin, N-Quelle für Hefe. 322
Nitrobakterien s. Bakterien, Nitro-.
Nitrozellulose, Zersetzung durch Beggiatoa. 322
Nitzschia apiculata, Vorkommen in salzhaltigem Wasser. 453
— dubia, Vorkommen in salzhaltigem Wasser. 453
— frustulum, Vorkommen in salzhaltigem Wasser. 453
—vitrea, Vorkommen in salzhaltigem Wasser. 453
Nucleotidacedase, Spaltung von Hefenucleïnsäure. 313

Obstbäume, Schädigung durch Blattläuse. 252
—, — — Cheimatobia brumata. 252. 270
—, — — Clasterosporium carpophilum. 252
—, — — Fusicladium dendriticum. 252
—, — — — pirinum. 252
—, — — durch Gymnosporangium sabinae. 252. 274
—, — —Podosphaera leucotricha. 252
—, — — Exoascus deformans. 252
—, — — Monilia cinerea. 252
Obstbaumschädlinge, Bekämpfung mit Nikotin-Schwefelkalk. 255
Ölpalme, Kultur. 276
Oenophthira pilleriana, Bekämpfungsversuche. 270
— —, Biologie. 254
— —, Schädling vom Weinstock. 94
Oidium, Bekämpfung mit Kaliumpermanganat. 275
—, — — Schwefelersatzmitteln. 269
—, Nachweis in Luft. 464
— gentianae n. sp., Vorkommen in Gentiana-Branntwein. 327
Oidium lactis, spiraliges Wachstum. 412
— quercinum, Ausbreitung in Österreich. 270
— tuckeri s. a. Uncinula necator.
— —, Bekämpfungsversuche mit Kaliumpermanganat. 254
Oktan, n- Zersetzung durch Bakterien. 529
Olefine, Zersetzung durch Bakterien. 533
Oospora aurantiaca Vorkommen auf Brot. 149
— lactis, Vorkommen auf Brot. 149
— salina, Anpassung an Natriumchlorid. 453
— variabilis, Beschreibung. 169
— —, Vorkommen auf Brot. 149
— —, Wachstum, Wirkung der Temperatur. 159
Opercularia, Wuchsform. 449
Ophiobolus herpotrichus, Schädling von Weizen. 250
Ophrydium Wuchsform. 449
Opius nitidulator, natürlicher Feind von Anthomyia conformis. 260
Ornix carpinella, Fraßbild an Carpinus betulus, Herbarmaterial. 248
Orvin, Bekämpfungsversuche gegen Mäuse und Ratten. 255
Oryzamin, Reizwirkung auf Bakterien 313
—, Wirkung auf Hefe. 313
Osbeckia grandiflora, Wein, Vorkommen von Saccharomyces mangini und Zygosaccharomyces chevalieri. 294
Oscillatoria albida, Vorkommen in salzhaltigem Wasser. 454
— — brevis, Vorkommen in salzhaltigem Wasser. 453
— chlorina, Vorkommen in salzhaltigem Wasser. 454
Oscinis frit, Schädling von Getreide. 331
— —, — — Hafer. 250
— —, — vom Weinstock. 275
Otiorhynchus corruptor, Schädling vom Weinstock. 253
— picipes, Schädling vom Himbeerstrauch. 251
— sulcatus, Schädling von Alpenveilchen. 251
Oxalate, Zersetzung durch Bacillus extorquens. 469
Oxalsäure, Bildungsvermögen, Verlust bei Aspergillus niger. 145
Oxydase, Vorkommen in Takadiastase. 289
Oxynitrilase, Vorkommen in untergäriger Hefe. 296
Ozon, Wirkung auf Bakterien. 328

Palmwein, Vorkommen von Saccharomyces chevalieri. 293
Papulospora manganica n. sp., Oxydation von Mangankarbonat. 471
Paraffin, Assimilation durch einen Schimmelpilz. 498
Paraffin-Bakterium, Bildung proteolytischer Enzyme. 522
—, Diastasebildung. 522
—, Zersetzung von Kohlenwasserstoffen. 529
Paraffinkohlenwasserstoff, Zersetzung durch Bakterien. 529
Parmelia physodes, abnorme Apothecien. 140
— —, Gallenbildung durch Pilze. 131
— Lager, Bildungsabweichungen. 131
Pectinobacter amylophilum n. sp., Bedeutung für das Rösten des Leines. 285
— — —, Vorkommen im Boden. 285
Pediaspis aceris, Gallenbildung an Acer pseudoplatanus. 272
Penicillium, Nachweis in Luft. 464
—, Vorkommen in Maismehl 338
—, Wuchsform, Bedeutung der Temperatur. 295
— brevicaule, spiraliges Wachstum. 412
— crustaceum, Beschreibung. 170
— —, Fütterungsversuche. 151
— —, Vorkommen auf Brot. 148
— —, — in Müllereiprodukten. 153
— —, Wachstum, Wirkung der Temperatur. 159
— glaucum, Abtötung durch Blausäure. 332
— —, Nachweis in Luft. 466
— olivaceum, Beschreibung. 170
— —, Vorkommen auf Brot. 150
— —, Wachstum, Wirkung der Temperatur. 159
— verruculosum, Nachweis in Luft. 466
— virellum, Nachweis in Luft. 466
Pentachloräthan, Baumdesinfektion, Versuche. 270
Pepsin, Wirkung von Dicyan. 278
—, — — Hydrazin. 278
—, — — salpetriger Säure. 278
Peptase, Nachweis verschiedener Arten in keimender Gerste. 287
—, — in Pilzen. 287
—, Vorkommen in Takadiastase. 289
Peptonstickstoff, Spaltungsprodukt des Kaseïns. 397
Perchloräthylen, Baumdesinfektion, Versuche. 270
Peridroma margaritosa, Biologie und Bekämpfung. 436
— —, Calosoma cancellatum und C. semilaeve natürliche Feinde. 436
— —, Schädling von Zuckerrüben. 436
Periplaneta orientalis, Vorkommen. 335
Perla bythotrephes, Sauerstoffbedürfnis. 451
Perocid, Bekämpfungsmittel gegen Plasmopara viticola. 93. 253. 254. 271. 274
Perocid, Bekämpfungsversuch gegen Fusicladium. 272
—, — — Wurzelbrand der Zuckerrübe. 441
Peronospora effusa, Herbarmaterial. 247
— —, Schädling von Spinat. 272
— nivea, Herbarmaterial. 247
Peroxydase, Nachweis in Luft. 313
Pfirsischbaum, Schädigung durch Capnodis tenebrionis. 275
—, — — Diaspis pentagona. 274
—, — — Lecanium corni. 271
Pflanzen, Gallenbildung, enzymatische Vorgänge. 319
—, Transpiration, Regulierung. 247
—, Urease, Bedeutung. 288
Pflanzenleben, Handbuch. 243
Pflaumenbaum, Schädigung durch Hoplocampa fulvicornis. 274
Pflaumensägewespe s. Hoplocampa fulvicornis.
Phenole, Wirkung auf die Proteolyse der Hefe. 301
Phenylhydrazin, Wirkung auf Emulsin. 277
—, — — Katalase. 277
Phoma betae, Erreger des Wurzelbrandes der Zuckerrübe. 440
Phosphat, Wirkung auf alkoholische Gärung bei verschiedenen OH-Konzentrationen. 297. 298
Phosphorsäuredüngung, Bedeutung für das Auftreten des Wurzelbrandes der Zuckerrübe. 266
Phosphorzin, Bekämpfungsmittel gegen Feldmäuse. 271
Phosphuga atrata, Schädling von Zuckerrüben. 433
Photobacter phosphoreum, Lichtentwicklung, Untersuchung. 319
— splendichum, Lichtentwicklung, Untersuchung. 319
Phragmidium subcorticium, Herbarmaterial. 247
— —, Schädling von Rosen. 252
Phthorimaea operculella, Bekämpfung. 276
Phyllocoptes vitis, Schädling vom Weinstock. 94
Phyllosticta rosae, Herbarmaterial. 247
Phytomyza horticola, Bekämpfungsversuche. 253
Phytophthora infestans, Schädling von Kartoffeln. 251. 276
— —, Widerstandsfähigkeit einzelner Kartoffelsorten. 269
— omnivora, Schädling der Arecapalme. 276
Phytoptus vitis, Schädling vom Weinstock. 94
Picea, Pollen, Nachweis in Luft. 464
Pichia farinosa, Hautbildung, Bedeutung der Temperatur. 365
— —, Vorkommen im Gentiana-Branntwein. 327
— gentianae n. sp., Vorkommen im Gentiana-Branntwein. 327

Pichia juratensis n. sp., Vorkommen im Gentiana-Branntwein. 327

— membranaefaciens, Generationsdauer, Bedeutung der Temperatur. 358

— —, Hautbildung, Bedeutung der Temperatur. 365

— —, Sporenbildung, Bedeutung der Temperatur. 361

— —, Wachstum, Bedeutung der Temperatur. 355

Pieris brassicae, Bekämpfungsversuche mit Chlorphenolquecksilber. 259

Pilokarpin, Wirkung auf das Hefewachstum. 312

Pilze, Degeneration durch fortgesetzte Kultur auf ungünstigem Nährboden. 145

—, ernährungsphysiologische Untersuchung. 321

—, Farbstoffbildung. 70

—, Gallenbildung an Parmelia physodes 131

—, Schimmel-, Abtötung durch Blausäure. 332

—. —, Aufbewahrung in Zuckerlösungen. 299

—, —, Fehlen toxischer Substanzen. 151

—, —, Gehalt der Luft in verschiedenen Jahreszeiten. 464

—, —, Infektion von Eiern. 340

—. —, Vorkommen in Müllereiprodukten. 153

—, —, Wachstum, Bedeutung des Sauerstoffes. 162

—, —, Wuchsformen, Wirkung der Temperatur. 295

—, spiraliges Wachstum. 412

—, Sporen, Vorkommen in Luft. 464. 465

—, Vorkommen im Boden. 471

Pinus, Pollen, Nachweis in Luft. 464

Pipunculus industrius, natürlicher Feind von Eutettix tenella. 260

— vagabundus, natürlicher Feind von Eutettix tenella. 260

Planaria alpina, Sauerstoffbedürfnis. 451

Plasmopara viticola, Auftreten und Ausbreitung in Ungarn. 94

— —, Bekämpfung mit Perocid. 93. 253. 254. 271. 274

— —, Bekämpfungsversuche. 270

— —, — mit Bosnapaste. 254. 274

— —, — — Martinibrühe. 254. 271

— —, Biologie und Bekämpfung. 93

Platanus, Haare, Nachweis in Luft. 464

Platyparaea poeciloptera, Schädling von Spargel. 251

Pleurostauron smithii, Vorkommen in salzhaltigem Wasser. 453

Plumatella, Wuchsform. 449

Pockenkrankheit des Weinstocks s. Phytoptus vitis.

Podosphaera leucotricha, Schädling von Obstbäumen. 252

Polychrosis botrana, Bekämpfungsversuche. 270

Polypeptide, fermentativer Abbau, Untersuchung. 287

Polythrincium trifolii, Schädling von Klee. 251

Populus, Pollen, Nachweis in Luft. 464

—, Samenhaare, Nachweis in Luft. 464

Porthesia chrysorrhoea, Schädling vom Weinstock 275

Proctotrupiden, natürliche Feinde der schwarzen Blattlaus 261

Propylamin, N-Quelle für Bakterien. 322

Prospaltella berlesei, Bekämpfungsversuche gegen Diaspis pentagona. 270. 271. 274

Protozoen, Bedeutung für die Selbstreinigung des Wassers. 459

—, — — — Wirkung des Sandfilters 429

Prunase, Vorkommen in untergäriger Hefe. 296

Prunus, Anfälligkeit verschiedener Arten gegen Puccini pruni-spinosae. 272

— domestica, Fraßbild von Lithocolletis spinicolella, Herbarmaterial. 248

Pseudomonas radicicola, Widerstandsfähigkeit gegen Austrocknung, Bedeutung der Bodenart 469

Pseudomonilia, spiraliges Wachstum. 412

Psila rosae, Auftreten. 251

Psylla pirisuga, Bekämpfung mit Nikotin-Schwefelkalk. 255

Psylliodes chrysocephalus, Schädling von Raps. 251

Ptyalin, Untersuchung. 290

Puccinia compositarum, Schädling von Cirsium arvense. 250

— coronifera, Anfälligkeit verschiedener Hafersorten. 196

— —, Auftreten. 250

— glumarum, Auftreten. 269

— graminis, Anfälligkeit verschiedener Getreidesorten. 193

— —, — — Weizensorten. 204. 206. 208. 210

— maydis Anfälligkeit verschiedener Maissorten. 212. 215. 216. 220

— pruni-spinosae, Anfälligkeit verschiedener Prunusarten. 272

— triticina, Anfälligkeit verschiedenerWeizensorten. 203. 206

Pulvinaria betulae, Schädling vom Maulbeerbaum. 271

— —, — — Weinstock 94

Pyraustra nubialis, Schädling vom Weinstock. 275

Pythium de baryanum, Erreger des Wurzelbrandes der Zuckerrübe. 440

Quercus, Pollen, Nachweis in Luft. 464

Radieschen, Schädigung durch Blitophaga opaca. 433

Rahm, Säuerung, Aromabildung. 373

Raps, Schädigung durch Meligethes aeneus. 251

—, — — Psylliodes chrysocephalus. 251

Rapsglanzkäfer s. Meligethes aeneus.
Ratten, Bekämpfungsversuche mit Natriumsilicofluorid. 255
—, — — Orvin. 255
Raupenleimringe, Prüfung. 270
Rebenstecher s. Rhynchites betuleti.
Reblaus, Ausbreitung und Bekämpfung. 94
—, Bekämpfungsversuche mit Schwefelkohlenstoff-Ersatzmitteln. 270
Reduktase, Haltbarkeit beim Trocknen der Hefe. 301
Reis, Kultur. 276
—, Schädigung durch Älchen. 276
Reiskleie, enzymatische Untersuchung. 289
Resorzin, Wirkung auf Hefegärung. 284
Rettin, Bekämpfungsmittel gegen Blattläuse. 437
Rhamnose, Assimilierung durch Hefe. 322
Rhinantaceen, Haustorien, bakteriologische Untersuchung. 479
Rhizoctonia violacea, Fehlen eines Zusammenhangs mit Hypochnus solani. 442
— —, Schädling der Zuckerrübe. 441
Rhizopus maydis n. sp., Vorkommen in Maismehl. 338
— nigricans, Abtötung durch Blausäure. 332
— —, Beschreibung. 171
— —, enzymatische Untersuchung. 290
— —, Fütterungsversuche. 151
— —, Nachweis in Luft. 464
— —, spiraliges Wachstum. 412
— —, Vorkommen auf Brot. 148
— —, — in Müllereiprodukten. 153
— —, Wachstum, Wirkung der Temperatur. 159
— nodosus, Vorkommen auf Brot. 149
Rhynchites betuleti, Schädling vom Weinstock. 94
— pauxillus, Bekämpfungsversuche. 253
Rhytisma acerinum, Schädling von Ahorn. 251
Ribes grossularia, Fraßbild von Nematus ventricosus, Herbarmaterial. 248
Risofarin, Mittel zur Verhütung von Brotfehlern. 337
Ritomsee, bakteriologische Untersuchung. 452
Rizinussamen, Verwendung zur Futtermittelverfälschung. 249
Roestelia cancellata, Schädling von Birnbaum. 251
Roggen, Keimfähigkeit, Schädigung durch Fusarium. 249
—, Schädigung durch Leptosphaeria herpotrichoides. 250
—, Vorkommen von Penicillium crustaceum auf den Körnern. 153
Roggenkleie, Vorkommen von Brandpilzsporen. 249
Rohöle, Zersetzung durch Bakterien 550
Rollkulturen, Lindnersche. 247
Rose, Schädigung durch Emphytus cinctus. 252
Rose, Schädigung durch Phragmidium subcorticium. 252
—, — — Sphaerotheca pannosa. 252
Rostpilze, Schädigung von Getreide. 252
—, Widerstandsfähigkeit von Getreide, Bedeutung des Entwicklungszustandes. 191
—, — — —, Ursache. 230
Roter Brenner des Weinstocks, Bekämpfung. 94
Rotfäule des Zuckerrohrs. 276
Rübe, Impfversuche mit U-Kulturen. 477
—, rote, Schädigung durch Blitophaga opaca. 433
—, —, — — Wühlmaus. 272
—, Schädigung durch Agrotis segetum. 250
—, — — Cassida nebulosa. 250
—, — — Eurydema oleraceum. 250
—, — — Silpha atrata. 250
Rübennematoden, Biologie und Bekämpfung. 261. 438
—, Verbreitung. 261
Rübenrost, Wirkung auf den Zuckergehalt der Zuckerrübe. 442
Rübenschwanzfäule der Zuckerrübe durch Bacillus bussei. 443
— — — — — lacerans. 443
Rußland, Nachweis stickstoffbindender Bakterien in verschiedenen Bodenarten. 474
—, Speicherschädlinge. 331

Saccharomyces, Aufbewahrung in Zuckerlösungen. 300
—, Glykogenbildung, Bedeutung der Temperatur. 372
— cerevisiae, Generationsdauer, Bedeutung der Temperatur. 358
— —, Hautbildung, Bedeutung der Temperatur. 364
— —, Nachweis von Peptase. 287
— —, Sporenbildung, Bedeutung der Temperatur. 361. 364
— —, Wachstum, Bedeutung der Temperatur. 355
— —, Widerstandsfähigkeit der Sporen gegen Säure. 323
— chevalieri n. sp., Vorkommen im Palmwein. 293
— ellipsoideus, Generationsdauer, Bedeutung der Temperatur. 358
— —, Hautbildung, Bedeutung der Temperatur. 364
— —, Sporenbildung, Bedeutung der Temperatur. 361. 364
— —, Widerstandsfähigkeit der Sporen gegen Säure. 323
— —, Wachstum, Bedeutung der Temperatur. 355
— gentianae n. sp., Vorkommen im Gentiana-Branntwein. 327
— glutinis, Hautbildung, Bedeutung der Temperatur. 365

Saccharomyces intermedius, Generationsdauer, Bedeutung der Temperatur. 358
— —, Hautbildung, Bedeutung der Temperatur. 364
— —, Sporenbildung Bedeutung der Temperatur. 361. 364
— —, Wachstum, Bedeutung der Temperatur. 354
— juillartensis n. sp., Vorkommen im Gentiana-Branntwein. 327
— lindneri n. sp., Vorkommen im Gentiana-Branntwein. 327
— — — — —, — — Gingembrewein. 294
Saccharomycodes ludwigii, Aufbewahrung in Zuckerlösungen. 300
— ludwigii, Sporenbildung, Bedeutung der Temperatur. 361
— mangini n. sp., Vorkommen in Biliwein. 294
— marxianus, Sporenbildung, Bedeutung der Temperatur. 361
— —, Wachstum, Temperaturoptimum. 354
— octosporus, Sporen, Wirkung von Säure. 323
— pastorianus, Generationsdauer, Bedeutung der Temperatur. 358
— —, Hautbildung, Bedeutung der Temperatur. 364
— —, Sporenbildung, Bedeutung der Temperatur. 361. 364
— —, Unterscheidung von S. turbidans mit Hilfe spezifischer Agglutine. 292
— —, — — — validus mit Hilfe spezifischer Agglutine. 292
— —, Wachstum, Bedeutung der Temperatur. 354
— thermantitonum, Wachstum, Bedeutung der Temperatur. 356
— turbidans, Generationsdauer, Bedeutung der Temperatur. 358
— —, Hautbildung, Bedeutung der Temperatur. 364
— —, Sporenbildung, Bedeutung der Temperatur. 361. 364
— —, Wachstum, Bedeutung der Temperatur. 355
— validus, Generationsdauer, Bedeutung der Temperatur. 358
— —, Hautbildung, Bedeutung der Temperatur. 364
— —, Sporenbildung, Bedeutung der Temperatur. 361. 364
— —, Wachstum, Bedeutung der Temperatur. 354
— zopfii, Vorkommen im Gentiana-Branntwein. 327
Saccharomycodes ludwigii, Wachstum, Bedeutung der Temperatur. 355
Saccharomycopsis capsularis; Sporenbildung, Bedeutung der Temperatur. 361
— —, Wachstum, Bedeutung der Temperatur. 355
Säure, Bedeutung für die Rostresistenz des Getreides. 239
Säure, Wirkung auf Hefesporen. 323
Sake, Herstellung. 289
Salicylsäure, Versuche zur Bekämpfung des Brotschimmels. 163
Salicin, Assimilierung durch Hefe. 322
—, Spaltung durch Oberhefe. 296
Salpeter, Wirkung auf Hefegärung. 318
—, — — Sterigmatocystis nigra. 318
Salpeterstickstoff, Bildung aus Stallmist. 383
Salpetrige Säure, Wirkung auf Enzyme. 278
Sanatol, Wirkung auf Blätter. 255
Sandfilter, biologische Wirkung. 429
—, mechanische Wirkung. 447
Sauerstoff, Bedeutung für das Wachstum der Schimmelpilze. 162
—, — — die Wasserfauna. 451
Saxia, Nachweis in Luft. 464
Saxoniableiarseniat, Bekämpfungsversuche gegen Apfelwickler. 254
Scatophaga stercoraria, Vermehrung an Abwässern. 428
Schimmelpilze, Assimilation von Paraffinöl. 498
Schizoneura lanigera s. a. Blutlaus.
— —, Schädling vom Apfelbaum. 274
— lanuginosa, Schädling vom Weinstock. 275
— ulmi, Schädling von Ulmen. 272
Schizosaccharomyces octosporus, Aufbewahrung in Zuckerlösungen. 300
— —, Wachstum, Bedeutung der Temperatur. 356
— pombe, Wachstum, Bedeutung der Temperatur. 355. 356
Schwaniomyces occidentalis, Wachstum, Bedeutung der Temperatur. 356
Schwarzbeinigkeit der Kartoffel, Auftreten. 251. 252
Schwebfliege, natürlicher Feind der schwarzen Blattlaus. 260
Schwefel, Bildung durch Bakterien, Untersuchung. 485
Schwefelersatzmittel, Bekämpfungsversuche gegen Oidium. 269
Schwefelkohlenstoff, Bekämpfungsmittel gegen Speicherschädlinge. 330. 333
—, Ersatzmittel, Bekämpfungsversuche gegen Reblaus. 270
Schwefelsäure, Bindung durch Enzyme. 280. 281
Schwefelwasserstoff, Bildung durch Microspira aestuarii. 454
Schwefelwasserstoff, Oxydation durch Bakterien. 485
Schossen der Zuckerrübe, Ursache. 268
Scirpus mucronatus, Verwendung zur Futtermittelverfälschung. 249
Sclerotinia trifoliorum, Schädling von Klee. 251
Secale, Pollen, Nachweis in Großstadtluft. 464
Seidenraupe, Krankheiten. 270
Selenit, Reduktion durch Hefe. 315

Septogloeum mori, Schädling vom Maulbeerbaum. 271
Septoria piricola, Herbarmaterial. 247
Sidrocapsa, Wuchsform. 449
Silpha atrata s. a. Aaskäfer.
— —, Bekämpfungsmaßnahmen. 259
— —, Schädling von Rüben. 250
Sinapis alba, Stickstoffverbrauch im Boden. 477
Sitotroga cerealella, Bekämpfung mit Anilin. 330
Soy, Herstellung. 289
Spargel, Schädigung durch Platyparaea poeciloptera. 251
—, Vorkommen von Urease. 288
Spargelkäfer s. Crioceris asparagi.
Speichelferment, Untersuchung. 290
Speicherschädlinge, Bekämpfung mit Anilin. 330
—, — — Heißluft. 330. 333
—, — — Tetrachlorkohlenstoff. 333
—, — — Schwefelkohlenstoff. 330. 333
— in Rußland. 331
Sphaerotheca mors uvae, Schädling vom Stachelbeerstrauch. 251. 252
— pannosa, Schädling von Rosen. 252
Sphaerotilus natans, Vorkommen im Elbwasser. 457
Spinat, Schädigung durch Blitophaga opaca. 433
—, — — Peronospora effusa. 272
Spinnen, Bekämpfung mit Blausäure. 333
Spinnmilben, Bekämpfung mit Nikotin-Schwefelkalk. 255
Spio fuliginosus, Indikator für Verunreinigung des Meerwassers. 428
Spirochaete spicatilis, Vorkommen in salzhaltigem Wasser. 454
Spirochona, Sauerstoffbedürfnis. 451
Spitzmaus, natürlicher Feind der Drahtwürmer. 434
Spörgel, Verwendung zur Futtermittelverfälschung. 249
Spongilla, Wuchsform. 449
Spongospora solani, Schädling von Kartoffeln. 253
Sporocybe chartoikoon, Beschreibung. 471
Springwurm s. Oenophthira pilleriana.
Springwurmwickler, Bekämpfungsversuche. 254
Spumaria alba, Vorkommen auf Mistbeetpflanzen. 252
Stachelbeerblattwespe s. Nematus ribesii.
Stachelbeermehltau, Bekämpfungsversuche. 269
Stachelbeerstrauch, Schädigung durch Bryobia ribis. 252
—, — — Sphaerotheca mors uvae. 251. 252
Stärke, Abbau durch Diastase, Verlauf. 286
—, Autolyse. 291
—, Vergärung durch Bacillus mazerans, Untersuchung. 285
Stärkeagar, Nährboden für Bakterien. 246
Staphylococcus aureus, Widerstandsfähigkeit gegen hohe Temperaturen. 348
Star, natürlicher Feind der Drahtwürmer. 434
Stauroneis anceps, Anomalien in kalkhaltigem Wasser. 453
Steinbrand des Weizens, Bekämpfung mit Formaldehyd. 250
Stephanitis piri, Bekämpfungsversuche. 253
Stentor, Wuchsform. 448
Sterigmatocystis nigra, Vorkommen in Maismehl. 338
— —, Wirkung von Salpeter. 318
— ochracea, Vorkommen in Maismehl. 338
— phaeocephala, Nachweis in Luft. 466
— sulfurea, Nachweis in Luft. 466
Stickstoff, Ausnutzung durch Sinapis alba. 477
—, Bindung durch Bakterien. 466
—, — im Boden, Bedeutung des Düngers. 476
—, — — — durch Azotobacter. 468
—, — — — Clostridium. 468
—, — — —, Wirkung von Arsenverbindungen. 476
—, — durch Knöllchenbakterien. 468
—, — in Teichen. 473
Stickstoffhaushalt des Bodens, Wirkung des Stalldüngers. 471
Stickstoff, Konservierung im Rinderharn. 479
Streptococcus lacticus thermophilus, Widerstandsfähigkeit gegen hohe Temperaturen. 348
— lactis, Kaseïnspaltung, Untersuchung. 392
Streptokokken, Kultur auf Stärkeagar. 246
Subcoccinella 24 punctata, Fraßbild an Medicago, Herbarmaterial. 248
Süßgrünfutter, Entstehung, Bedeutung der Bakterien. 344
—, Wirkung auf die Beschaffenheit der Milch. 344. 346
Sylvanus surinamensis, Schädling von Getreide. 331

Takadiastase, Bindung von Ammoniak. 280
—, Zusammensetzung. 289
Taka-koji, Herstellung aus Kleie. 289
Tarichium megasperum, natürlicher Feind von Erdraupen. 435
Tarsonemus spirifex, Schädling von Hafer. 250
Teestrauch, Kultur. 276
—. Schädigung durch Exobasidium vexans. 276
Temperatur, Wirkung auf Hefe. 353
—, — — die Wuchsformen von Bakterien und Schimmelpilzen. 295
Tenebroides mauritanicus, Schädling von Mais. 331
Tenebrio molitor, Bekämpfung mit Blausäure. 333
Testilupin, Wirkung auf Hefegärung. 320

Tetrachlorkohlenstoff, Bekämpfungsmittel gegen Speicherschädlinge. 333
Tetraneura ulmi, Schädling von Ulmen. 272
Tetratriakontan, Zersetzung durch Bakterien. 529
Thamnidium aurantiacum, Vorkommen auf Brot. 149
— elegans, Vorkommen auf Brot. 149
Thanatophilus lapponicus, Schädling von Zuckerrüben. 433
Thersilochus morionellus, natürlicher Feind von Meligethes aeneus. 91
Thielavia basicola, Auftreten. 252
Thiodictyon, Vorkommen in salzhaltigem Wasser. 454
Thiophysa volutans, Vorkommen in salzhaltigem Wasser. 454
Thiospirillum, Vorkommen in salzhaltigem Wasser. 454
Thiosulfat, Oxydation durch Bakterien. 464
Thiothrix, Indikator für Verunreinigung des Meerwassers. 428
—, Vorkommen in salzhaltigem Wasser. 454
Thrips cerealium, Schädling von Getreide. 331
Tetrachloräthan, Baumdesinfektion, Versuche. 270
Tilletia laevis, Vorkommen in Mehl. 335
— tritici, Vorkommen in Mehl. 335
Tinea granella, Bekämpfung mit Anilin. 330
Tischeria complanelle, Schädling von Eichen. 251
Toluol, Assimilation durch Bakterien. 498
—, Wirkung auf Zymase. 284
Tortrix pilleriana, Schädling vom Weinstock. 275
Torula, Farbstoffbildung. 319
—, Nachweis in Luft. 464
— alba, Fettbildung, Bedeutung der Temperatur. 369
— —, Glykogenbildung, Bedeutung der Temperatur. 372
— —, Hautbildung, Bedeutung der Temperatur. 365
— asperula, Nachweis in Luft. 466
— gentianae n. n., Vorkommen im Gentiana-Branntwein. 327
— rubra, Hautbildung, Bedeutung der Temperatur. 366
Traubenwickler, Bekämpfungsversuche. 253
Trehalase, Haltbarkeit beim Trocknen der Hefe. 301
Triakontan, Zersetzung durch Bakterien. 529
Tribolium confusum, Mehlschädling. 331
— ferrugineum, Bekämpfung mit Anilin. 330
Trichloräthylen, Baumdesinfektion, Versuche. 270
Trichocladium, Vorkommen im Boden. 471
Trichophrya, Wuchsform. 449
Trichophrya rotunda n. sp., Beschreibung. 450
Trimethylamin, N-Quelle für Pilze. 322
Triticum, Pollen, Nachweis in Großstadtluft. 464
Trockenhefe, Waschen, Wirkung auf Katalase und Invertase. 316
—, —, — — Maltase und Peroxydase 316
Trockenheit, Schädigung von Zuckerrüben. 266
—, Wirkung auf Nitrit- und Nitrobakterien. 29
Tropaeolum majus, Kohlehydratstoffwechsel. 292
Tryphaeus pronuba, Hister limetarius und H. quadrimaculatus natürliche Feinde. 436
— —, Schädling von Zuckerrüben. 436
Trypsin, Bindung von Ammoniak und Schwefelsäure. 280
—, Wirkung von Dicyan. 278
—, — — Hydrazin. 278
—, — — Methylhydrazin. 278
—, — — salpetriger Säure. 278
Tryptase, Vorkommen in Takadiastase. 289
Tryptophol, Nachweis in Gärprodukten. 314
Tulpe, Schädigung durch Nematoden. 251
Tussilago, Haare, Nachweis in Luft. 464
Tylenchus devastatrix, Schädling vom Getreide. 331
—, dipsaci, Schädling vom Getreide. 250
Typhusbacillen, Bekämpfung von Mäusen. 252. 269. 433
—, Vernichtung durch Protozoen im Wasser. 459
Tyroalbuminstickstoff, Spaltungsprodukt des Kaseins. 397
Tyroglyphus farinae, Bekämpfung mit heißer Luft. 330
— foenarius, Bekämpfung mit heißer Luft. 330
— plumiger, Bekämpfung mit heißer Luft. 330
Tyrosin, C-Quelle für Hefe. 322
Tyrosol, Nachweis in Gärprodukten. 314

Ulme, Schädigung durch Nectria cinnabarina. 251
—, — — Schizoneura ulmi. 272
—, — — Tetraneura ulmi. 272
Ulmus, Pollen, Nachweis in Luft. 464
Ulva lactuca, Massenentwicklung infolge Abwassereinleitung ins Meer. 427
U-Kulturen, Prüfung. 477
Uncinula necator s. a. Oidium tuckeri.
— —, Schädling vom Weinstock. 252
Ungarn, Auftreten und Ausbreitung von Plasmopara viticola. 94
Urease, Vorkommen in Bohnensamen. 288
—, — — Getreidekeimlingen. 288
—, — — Spargel. 288
Urtica, Pollen, Nachweis in Luft. 464
Uspulun, Bekämpfungsversuche gegen Wurzelbrand der Zuckerrübe. 440

Valsa oxystoma, Schädling von Erlen. 252
Vegetationsversuch, Durchführung. 246
Verticillium, Nachweis in Luft. 464
Vicia angustifolia, Verwendung zur Futtermittelverfälschung. 249
Vitis vinifera, Kohlehydratstoffwechsel. 292
Vögel, natürliche Feinde der Drahtwürmer. 434
—, Schädlinge von Zuckerrüben. 433
Volutin, Bedeutung. 320
Vorticella campanula, Wuchsform. 449
— microstoma, Vorkommen im Elbwasser. 456
Walnußbaum, Schädigung durch Microstroma juglandis 274
Wasser, Bakteriengehalt, Bestimmung. 446
—, bakteriologische Untersuchung. 446. 447. 449. 452
—, biologische Beurteilung. 426
—, Brau-, Würzeschädlinge, Untersuchungsmethode. 326
—, Desinfektion mit Chlor. 462
—, kalkhaltiges, Mikroorganismen. 453
—, Leucht-, Vorkommen in Japan. 452
—, Meer-, Nitratgehalt, biologische Bedeutung. 454
—, salzhaltiges, Mikroorganismen. 453
—, schwefelwasserstoffhaltiges, Wirkung auf Bakterien. 453
—, Selbstreinigung, Bedeutung der Protozoen. 459
—, Stickstoffbindung. 473
—, Trink-, bakteriologische Untersuchung. 445
—, —, Beeinträchtigung durch Kaliabwässer 457
—, —, Sandfilter, mikroskopische Untersuchung. 429
—, —, Untersuchungen im Felde. 428
—, —, Untersuchung, Methoden. 431
—, Untersuchung, Bedeutung von Bacterium coli. 446
—, Vorkommen von Schwefelbakterien. 452
Wasserpflanzen, Ernährungsphysiologie. 452
Wegerich, Verwendung zur Futtermittelverfälschung 249
Weide, Schädigung durch Melampsora salicina 252
Wein, Nachweis von Tyrosol und Tryptophol. 314
Weinstock, Gelbsucht 94
—, Mehltau, Biologie und Bekämpfung 93
—, roter Brenner, Bekämpfung. 94
—, Schädigung durch Adoxus vitis 94
—, — — Agriotes. 275
—, — — Agrotis tritici. 252. 275
—, — — Anthonomus cinchus. 275
—, — — Anthonomus pomorum. 275
—, — — Aporia crataegi. 275
—, — — Athalia spinarum. 275
—, — — Boarmia gemmaria. 252. 273
—, — — Carpocapsa pomonella. 275
—, — — Cheimatobia brumata. 275
—, — — Chlorops taeniopus. 275
Weinstock, Schädigung durch Chortophila sepia. 275
—, — — Cleonus punctiventris. 275
—, — — Conchylis ambiguella. 275
—, — — Entomoscelis adonidis. 275
—, — — Eudemis botrana. 275
—, — — Eumolpus vitis. 275
—, — — Frost. 94
—, — — Gastropacha neustria. 275
—, — — Hagel. 94
—, — — Hypogymna morio. 275
—, — — Lecanium corni 94. 252. 271
—, — — Lema melanopus. 275
—, — — Lymantria dispar. 275
—, — — Lygus spinolae. 252
—, — — Mayetiola destructor. 275
—, — — Oenophthira pilleriana. 94
—, — — Oscinis frit. 275
—, — — Otiorhynchus corruptor. 253
—, — — Phyllocoptes vitis. 94
—, — — Phytoptus vitis. 94
—, — — Porthesia chrysorrhoea. 275
—, — — Pulvinaria betulae. 94
—, — — Pyraustra nubialis. 275
—, — — Rhynchites betuleti. 94
—, — — Schizoneura lanuginosa. 275
—, — — Tortrix pilleriana. 275
—, — — Uncinula necator. 252
—, — — Zabrus gibbus. 275
—, Schädlinge, Bekämpfung. 93
—, Wurzelschimmel, Bekämpfung 94
—, Züchtung widerstandsfähiger Sorten. 94
Weißährigkeit des Weizens durch Frost. 250
Weißfleckenkrankheit der Zuckerrübe, Bekämpfung mit Mangansulfat. 267
Weizen, Anfälligkeit verschiedener Sorten gegenüber Puccinia graminis. 204. 206. 208. 210
—, — — — — Puccinia triticina. 203. 206
—, Keimfähigkeit, Wirkung von Antimycel. 250
—, —, — — Formaldehyd. 250
—, Kultur. 276
—, Schädigung durch Ophiobolus herpotrichus. 250
—, Steinbrand, Bekämpfung mit Formaldehyd. 250
—, Vorkommen von Aspergillus candidus auf den Körnern. 153
—, — — Penicillium crustaceum auf den Körnern 153
—, Weißährigkeit durch Frost. 250
Weizenkleie, Vorkommen von Milben. 249
Willia anomala, Fettbildung, Bedeutung der Temperatur. 370
— —, Glykogenbildung, Bedeutung der Temperatur. 372
— —, Hautbildung, Bedeutung der Temperatur. 365
— —, Sporenbildung, Bedeutung der Temperatur. 361

Willia anomala, Wachstum, Bedeutung der Temperatur. 355
— saturnus, Hautbildung, Bedeutung der Temperatur. 365
— —, Sporenbildung, Bedeutung der Temperatur. 361
— —, Wachstum, Bedeutung der Temperatur. 355
— wichmanni, Sporenbildung, Bedeutung der Temperatur. 361
Wühlmaus, Schädling von roten Rüben. 272
Würze, Endvergärungsgrad, Bestimmung. 324
—, Schädlinge im Brauwasser, Untersuchungsmethode. 326
—, Wirkung der Konzentration auf den Ernährungszustand der Hefe. 174
—, — — — — das Gärvermögen der Hefe. 176
—, — — — — die Generationsdauer der Hefe. 177
— — — — — Vermehrung der Hefe. 176
—, — — — — — Zellform der Hefe. 179
—, — schwacher Konzentration auf Degeneration der Hefe. 180
Wurzelbrand der Zuckerrübe, Bedeutung der Phosphorsäuredüngung. 266
— — —, Bekämpfung mit Karbolsäure. 440
— — —, Bekämpfungsversuche mit Cyannatrium. 440
— — —, — — Perocid. 441
— — —, — — Uspulun. 440
— — — durch Aphanomyces laevis. 440
— — — — Bakterien. 440
— — — — Phoma betae. 440
— — — — Pythium de baryanum. 440
Wurzelschimmel des Weinstocks. 94

Xylaria arbuscula, Beschreibung. 52
— —, Farbstoffbildung. 72
— —, Guttation. 73
— —, Regenerationsfähigkeit. 56
— —, Sporenkeimung. 52
— —, Wachstum, Wirkung verschiedener Kohlenstoffquellen. 57
— —, Wachstum, Wirkung des Lichtes. 66
— —, —, — verschiedener N-Quellen. 61
— —, —, — — Rohrzuckerkonzentration. 65
— —, —, — — Temperatur. 69
— hypoxylon, Beschreibung. 53
— —, Regenerationsfähigkeit. 56
— —, Sporenkeimung. 53
— —, Wachstum, Wirkung verschiedener Kohlenstoffquellen. 59
— —, —, — — N-Quellen. 61
— —, —, — — Rohrzuckerkonzentration. 65
— —, —, — — Temperaturen. 70
— polymorpha, Beschreibung. 53
— —, Guttation. 74
Xylaria polymorpha, Wachstum, Wirkung verschiedener Kohlenstoffquellen. 58
— —, —, — — N-Quellen. 61
— —, —, — — Rohrzuckerkonzentration. 65
— —, —, — — Temperatur. 70
— tentaculata, Perithezienbildung. 55
— trachelina, Perithezienbildung. 55
Xylol, Assimilation durch Bakterien. 498

Zabrus gibbus, Schädling vom Weinstock. 275
Zellulose, C-Quelle für Monilia sitophila 322
—, Verdauung, Bedeutung von Darmbakterien. 291
Zingiber officinale, Wein, Vorkommen von Saccharomyces lindnerii 294
Zoothamnium, Wuchsform. 449
Zucker, Aufbewahrung von Hefe in Lösungen. 299. 326
—, Zerfall bei alkoholischer Gärung. 297. 312
Zuckerfabriken, Abwässer, Untersuchung. 458
Zuckergehalt der Zuckerrübe, Wirkung des Rübenrostes. 442
Zuckerrohr, Kultur. 276
—, Rotfäule. 276
Zuckerrübe, chemische Veränderung durch Cercospora beticola. 264
—, Gallenbildung durch Bacillus tumefaciens. 253
—, — — Bacterium tumefaciens 262. 270. 442
—, Herzfäule, Auftreten 262
—, Herz- und Trockenfäule, Bedeutung der Witterung. 441
—, Kräuselkrankheit 260
—, Mosaikkrankheit. 267. 444
—, Rübenschwanzfäule durch Bacillus bussei. 443
—, — — Bacillus lacerans. 443
—, Schädigung durch Aeoloplus bruneri in Amerika. 257
—, — — Agriolimax agrestis. 438
—, — — Agriotes lineatus, Bekämpfung. 257
—, — — Agriotes obscurus, Bekämpfung. 257
—, — — Agrotis segetum. 259
—, — — Anthomyia conformis. 259. 437
—, — — Blattläuse. 437
—, — — Blitophaga opaca. 433
—, — — Cassida nebulosa. 259
—, — — Cercospora beticola, Bedeutung der Witterung. 263
—, — — Erdraupen. 434
—, — — Feldmäuse. 433
—, — — Geomaculus maculosus. 438
—, — — Melanoplus atlanus in Amerika. 257
—, — — Melanoplus birittatus in Amerika. 257

Zuckerrübe, Schädigung durch Melanoplus differentialis in Amerika. 257
—, — — Peridroma margaritosa. 436
—, — — Phosphuga atrata. 433
—, — — Rhizoctonia violacea. 441
—, — — Thanatophilus lapponicus. 433
—, — — Trockenheit. 266
—, — — Tryphaeus pronuba. 436
—, — — Vögel. 433
Zuckerrüben, Schleimbildung durch Bacterium preisii. 444
Zuckerrübe, Schossen, Ursache. 268
—, Symbiose mit Bakterien. 440
—, Vorkommen von Agriotes ustulatus. 258
— Weißfleckenkrankheit, Bekämpfung mit Mangansulfat. 267
—, Wurzelbrand, Bedeutung der Phosphorsäuredüngung 266
—, —, Bekämpfung mit Karbolsäure. 440
—, —, Bekämpfungsversuche mit Cyannatrium. 440
—, —, — — Perocid. 441
—, —, — — Uspulun 440
—, — durch Aphanomyces laevis. 440
—, — — Bakterien. 440
—, — — Phoma betae 440
—, — — Pythium de baryanum. 440
—, Zuckergehalt, Wirkung des Rübenrostes 442
Zuckerrübe, Zymase, Isolierung. 288
Züricher See, Wasserwork, bakteriologische Untersuchung. 447
Zwiebel, Schädigung durch Anthomyia antiqua. 251
Zygosaccharomyces barkeri, Sporenbildung, Bedeutung der Temperatur. 361
— chevalieri n. sp., Vorkommen in Biliwein. 294
— chodati n. sp., Vorkommen im Gentiana-Branntwein. 327
— priorianus, Sporenbildung, Bedeutung der Temperatur. 361
— —, Wachstum, Bedeutung der Temperatur. 355
Zyklohexan, Zersetzung durch Bacterium aliphaticum liquefaciens. 535
Zymase, Bildung durch Hefe, Bedeutung des Nährbodens. 293
—, Extraktion mit flüssiger Luft. 288
—, Haltbarkeit beim Trocknen der Hefe. 301
—, Isolierung aus Kartoffeln und Zuckerrüben. 288
—, Wirkung von Giften. 284
—, — — Hydroxylamin. 278
Zymophosphatbildung bei alkoholischer Gärung. 316
Zymophosphat, Zwischenprodukt bei alkoholischer Gärung, Untersuchung. 346

III. Verzeichnis der Abbildungen.

Actinomyces cloacae n. sp., Kulturen. 99. 100. 103. 104. 107—110. 112. 113
Apparat zur Kohlenwasserstoffanalyse mit Hilfe von Bakterien. 531
— — Untersuchung von Cyanwasserstoffwirkung auf Kornkäfer. 78
Aromabakterien. 377
Aspergillus-Arten, Wachstum, Wirkung der Temperatur. 160
Aspergillus candidus, Konidienträger. 166
— flavus, Konidienträger. (Fig. 4). 167
— fumigatus, Konidienträger. (Fig. 5). 167
— glaucus, Konidienträger. (Fig. 6). 168
— —, Kultur (Taf. I, Fig. 3). 173
— —, Wachstum auf Brot, Wirkung der Feuchtigkeit 157
— nidulans, Konidienträger. (Fig. 7). 168
— niger, Konidienträger. (Fig. 8). 169
Bacterium aliphaticum, Kulturen. (Taf. I, Fig. 1—4, Taf. II, Fig. 5). 554.
Brot, Schimmelbildung. (Taf. I, Fig. 1, 2, 4, Taf. II, Fig. 5, 6.) 173
Cyanwasserstoffwirkung auf Kornkäfer, Apparat. 78
Eisenbakterien, Kulturen. (Taf. I, Fig. 1—6.) 425
Kornkäfer, Wirkung von Cyanwasserstoff, Apparat. 78
Mucor pusillus, Sporangienträger. (Fig. 9). 169
— —, Wachstum, Wirkung der Temperatur. 160
Oidium lactis, spiraliges Wachstum. 412
Oospora variabilis, Hefesprossung (Fig. 10). 170
— —, Wachstum, Wirkung der Temperatur. 160
Paraffinbakterium, Kulturen. (Taf. II, Fig. 6—9). 554
—, Sporenkeimung und -bildung. (Taf III.) 554
Parmelia physodes, Gallenbildungen. 132. 133. 137—141
Penicillium-Arten, Wachstum, Wirkung der Temperatur. 160

Penicillium crustaceum. Konidienträger. (Fig. 11.) 170
— —, Kultur. . (Taf. I, Fig. 3.) 173
— olivaceum, Konidienträger. (Fig. 12.) 171
Rhizopus nigricans. Sporangienträger. (Fig. 13.) 171
— —, Wachstum, Wirkung der Temperatur. 160
Schimmelbildung an Brot (Taf. I, Fig. 1, 2, 4. Taf. II, Fig. 5, 6.) 173
Xylaria arbuscula, Kultur. (Taf. I.) 76
— —, Sporenkeimung. (Fig. 2.) 53
— —, Stroma und Perithecien. 52
— hypoxylon, Stroma. (Fig. 3.) 53
— polymorpha, Stroma. 54

IV. Neue Literatur.

485.

Druck der Fürstl. priv. Hofbuchdruckerei (F. Mitzlaff), Rudolstadt

ctiq Bact

CENTRALBLATT
für
Bakteriologie, Parasitenkunde u. Infektionskrankheiten.
Zweite Abteilung:
Allgemeine, landwirtschaftlich-technologische Bakteriologie, Gärungsphysiologie, Pflanzenpathologie und Pflanzenschutz.

In Verbindung mit

Prof. Dr. **Adametz** in Wien, Geh.-Regierungsrat Dr. **O. Appel,** Biologische Anstalt zu Berlin-Dahlem, Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. **J. Behrens,** Direktor der biologischen Anstalt zu Dahlem-Berlin, Prof. Dr. **M. W. Beijerinck** in Delft, Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. **Delbrück** in Berlin, **Alb. Klöcker,** extr. Vorsteher, Carlsberg-Laboratorium in Kopenhagen, Prof. Dr. **van Laer** in Gent, Prof. Dr. **Lindau** in Berlin, Prof. Dr. **Lindner** in Berlin, Prof. Dr. **Müller-Thurgau** in Wädenswil, Prof. Dr. **M. C. Potter,** Durham College of Science, New-Castle-upon-Tyne, Prof. Dr. **Samuel C. Prescott** in Boston, Dr. **Rommel** in Berlin, Dr. **Erwin F. Smith** in Washington, D. C., U. S. A., Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. **Stutzer** in Godesberg a. Rh., Prof. Dr. **C. Wehmer** in Hannover, Prof. Dr. **Weigmann** in Kiel und Prof. Dr. **Winogradsky** in St. Petersburg

herausgegeben von

Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. O. Uhlworm und **Prof. Dr. F. Löhnis**
Bamberg, Schützenstraße 22 I in Washington, D. C.

Verlag von Gustav Fischer in Jena.

49. Bd. Jena, den 22. März 1919. **No. 5/6**

Paul Altmann

Luisenstraße 47 Ecke Schumannstr. BERLIN NW. 6. Luisenstraße 47 Ecke Schumannstr.

Fabrik und Lager
aller Apparate u. Utensilien f. Chemie, Bakteriologie, Mikroskopie u. Hygiene

Farbstifte nach E. Friedberger
zur vereinfachten Färbung mikroskopischer Präparate.
(D. R. G. M.)
(cfr. Münchener medic. Wochenschrift 1917, Nr. 21)
(Zeitschrift für wissenschaftl. Mikroskopie 1918, S. 268)

Wichtige Neuheit! Ersatz für Farblösungen!
Unbegrenzt haltbar! Sofort gebrauchsfähig!
Ueberall in der Tasche mitzuführen. Sauberes Arbeiten!
Mit Universalstift sehr gute Resultate bei **Gonococcen, Malariaplasmodien, Spirochaeten, Gramfärbung** etc.

Petri'sche Doppelschalen **Kolle-Schalen**
Drigalski-Schalen **Fertige Nährböden**

Sterilisiertes Blut-Serum, keimfrei! — Brutschränke. — Sterilisatoren. Serodiagnostische Apparate — Desinfektionsapparate — Centrifugen — Schüttelapparate — Autoklaven — Neue Wasseruntersuchungsapparate Objektträger usw. usw. **Deckgläschen**
Anfertigung von Nährmaterial.
Farbstoffe in Substanz und Lösungen, vorschriftsmäßig angefertigt.

CHEM·FAB· BRAM LEIPZIG·
TELEFON №. 20166
FABRIK UND
SERUM-INSTITUT
OELZSCHAU b. LEIPZIG

Trockennährböden D.R.P. (nach Prof. Dr. Doerr) für Bakteriologie nach allen bekannten Autoren
Trockengalle als Zusatz zur Nährbodenbereitung

Agglutinierende Sera: Cholera, Typhus, Paratyphus A u. B, Genickstarre, Dysenterie Flexner, Dysenterie Y, Dysenterie Shiga - Kruse, Pseudo-Dysenterie Kruse A, D, H, E, Coli, Enteritis-Gaertner, Maltafieber
Ruhrimpfstoff nach Dr. Ditthorn und Dr. Loewenthal
Sämtliche **Heilsera** für Human- und Veterinär-Medizin
Wassermann-Reagentien: Alkohol. Extrakt (Antigen) aus syphilit. Fötallebern, Alkoholischer Extrakt aus Meerschweinchen- und Rinderherzen, Haemolytischer Ambozeptor, Kochsalz-Tabletten 0,85 g
Reagenspapiere, Kontrollpapier zur Dampfsterilisation nach Prof. Dr. Torggler
Farbstoffe in Substanz und Lösungen sowie
Farbstoff-Tabletten nach Dr. Beintker.

Chem. Fabrik u. Serum-Institut „Bram“ Fritz Bramigk
Leipzig. Oelzschau b. Leipzig.

Institut für Gärungsgewerbe und Stärkefabrikation
Berlin N. 65, Seestraße.

Praktikanten-Laboratorium
für angewande Bakteriologie.

ASSISTENT
für mykologische und physiologische Arbeiten gesucht.
Bewerbungen mit Gehaltsansprüchen an den Vorsteher der Pflanzenschutzstelle a. d. Landw. Akademie Bonn-Poppelsdorf.
Prof. SCHAFFNIT.

E. Merck chem. Fabrik, Darmſtadt
liefert
Alle Präparate für mikroskopische Zwecke,
mikrochemische Reagentien, Farbstoffe, Farbstoffkombinationen, Härtungs- und Einbettungsmittel, Untersuchungsflüssigkeiten, Einschlussmedien und Nährböden etc., sowie alle Präparate für photogr. Zwecke.

Zu beziehen durch sämtliche Apotheken und Grossdrogerien!